مساعد الطالب في الكيمياء

CHEMISTRY

اعداد الاستاذ : وهب منير الموسوي

للصف السادس الاحيائي



شرح مفصل للمادة/ملاحظات/مخططات
واجبات/قوانين/ مع حل وتحديد الاسئلة
الوزارية الكاملة بكافة الادوار وللسنوات

2013 - 2017

رحلة التفوق في السادس

المساعد في الكيمياء

للصف السادس العلمي

أحيائي

الفصل الاول

الثرموداينمك

لسنه
2017 - 2016

أعداد المدرس

وهب منير الموسوي

أعدادية الشيخ احمد الوائلي

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص): ((زكاة العلم نشرهُ وتعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الأعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير .

إذ أن شبكتنا لاتقتصر على نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لأكفأ التدريسيين بالأضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الأرشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالأضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لأي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت أملين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١

ا.د : اشرف الوائلي

ا.د : مينا الاحمد

الفصل الاول : الثرموداينمك

مقدمه :

يهتم هذا الفصل بدراسة الطاقة والحرارة والتحولات الباعثة للحرارة أو الماصة والتنبوء بتلقائية التفاعلات اضافة الى كيفية حساب الطاقة المصاحبة لاي تفاعل كيميائي او تحول فيزيائي

الطاقة : هي المقدره على أنجاز شغل أو أنتاج حرارة

وتعد الطاقه احدى صفات الماده وتحدد حالتها ونشاطها وقدرتها على احداث التغير في الوسط والنظام والمحيط

صورالطاقة

هناك عدة انواع من الطاقة مثل

أ- الطاقة الحرارية ب - الطاقة الميكانيكية ج - الطاقة الضوئية د - الطاقةالكيميائية

تُعد أحترق الفحم او البترول تفاعلاً كيميائياً يصاحبه انطلاق كمية كبيرة من الطاقة الحرارية (لذلك تستخدم تلك المواد كوقود)

س : مالمقصود بالثرموداينمك

الثرموداينمك : علم يهتم بدراسة الطاقة وتحولاتها ويهدف نحو تحويل اكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود الى انواع اخرى من الطاقات مثل الطاقة الميكانيكية للاستفادة منها في عمل المحركات

س : ماذا يفسرعلم الثرمودينمك ظواهر عديدة اهمها :   **س : وزاري 2014/2 ما أهميه علم الثرموداينمك**

1 -سبب حدوث التفاعلات الكيميائية.

2-التنبؤ بحدوث التغيرات الكيميائية والفيزيائية.

3- حدوث بعض التفاعلات تلقائيا واخرى لا تحدث ابداً بشكل تلقائي عند نفس الظروف.

4- سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية (ماصه او منبعثه)

ملاحظة : لا يهتم علم الثرموداينمك بعامل الزمن الذي ، لان سرعة حدوث التفاعل من اهتمام علم الحركيات.

س : عرف القانون الاول في الثرموداينمك

القانون الاول في علم الثرموداينمك : الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من شكلٍ الى آخر.

أي ان الطاقه في أي تفاعل كيميائي لاتفنى ولاتنشاء من العدم بل تتحول من صوره الى اخرى (قانون حفظ الطاقة)

مثال : الطاقه التي تفقد عن احتراق الوقود في محطه توليد الكهرباء يمكن الحصول عليها كطاقه كهربائيه اوضوئيه

وحدات الطاقة ودرجة الحرارة

وحده قياس الطاقة : هي جول (Joule) : هي وحدة الطاقة حسب النظام الدولي للوحدات ويرمزله بالرمز J

m : وحدة المتر
S : وحدة الثانية
kg : وحدة الكيلوغرام

$$1\ J = 1\ kg\ .\ m^2/S^2$$

وحده قياس درجة الحرارة : في الثرموداينمك هي الكلفن (K)

$$T\ (K) = t\ (^{\circ}C) + 273$$

تقسيم الطاقة تقسم الطاقة الى

1 - الطاقة الكامنة : تشمل الطاقة الكامنة الطاقة الكيميائية المخزونة في جميع انواع المواد وجميع انواع الوقود

2 - والطاقة الحركية (KE) : تشمل طاقة جميع الاجسام المتحركة مثل الجزيئات والماء المتحرك وكذلك السيارات

الطاقة الحركية (KE) : تساوي حاصل ضرب نصف في الكتلة {m (kg)} في مربع السرعة {v (m/s)}

$$KE = \frac{1}{2}\ m\ .\ V^2$$

مثال : تحرك جسم، كتلته 2Kg مسافة متر واحد 1m خلال ثانية واحدة 1S ما الطاقة حركية (KE) بوحده الجول

$$KE = \frac{1}{2}\ m\ .\ V^2 = \frac{1}{2}\ (2\ kg)\ .\ (1\ m/s)^2 = 1\ kg\ .\ m^2/s^2 = 1\ J$$

علاقة التفاعل الكيميائي بالطاقة

ان أغلب التفاعلات الكيميائيه يحدث فيها انبعاث للطاقه او امتصاص للطاقه . ويحدث تبادل الطاقة بين حيز التفاعل والوسط الذي يحيط به . ويحتاج تطبيق القانون الاول في الثرموداينمك الى تعريف كل من النظام والمحيط والمجموعه

بعض المصطلحات الثرموداينمكية

النظام الثرموداينمكي : هو ذلك الجزء من الكون الذي نهتم بدراسته يتكون من المادة او المواد المشتركة في حدوث تفاعل كيميائي او تغير فيزيائي محدود داخل حدود

المحيط : كل مايحيط بالنظام ويؤثر عليه من التغيرات فيزيائية او كيميائية.

المجموعه : يطلق على النظام والمحيط بالمجموعة

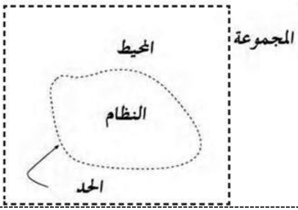
المجموعة (الكون) = النظام + المحيط

مثال : مختبر يجري فيه تفاعل كيميائي في بيكر(اناء)

النظام : محتويات المواد في البيكر

المحيط : البيكر والهواء

المجموعه (المختبر) : النظام + المحيط



س : ماهي أنظمه الثرموداينمك عددها مع التعريف

تمهيدي 2013 عرف : النظام المفتوح

1 - النظام المفتوح

يكون النظام مفتوحاً اذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط مثل اناء معدني يحتوي على ماء مغلي،

2- النظام المغلق

يكون النظام مغلقاً اذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل الطاقة فقط ولاتسمح بتغيير كمية مادة النظام مثل أناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي أو قنينة العصير

2016 عرف : النظام المعزول

3 – النظام المعزول

يكون النظام معزولاً اذا كانت حدود النظام لا تسمح بتبادل المادة والطاقة مع المحيط مثل الثرموس(الترمس)،

خواص النظام

هي المتغيرات الفيزيائية للنظام،التي من الممكن ملاحظتها او قياسها مثل عدد مولات المادة أو الحالة الفيزيائية للمواد مثل الحجم و الضغط و درجة الحرارة

النظام المفتوح	النظام المغلق	النظام المعزو
		

علل :لاتجف الملابس المبللة عند وضعها في حقائب مغلقة ولكنها تجف عند نشرها على حبل الغسيل.

ج /الملابس التي تنشر على حبل الغسيل تمثل نظام مفتوح أي أن الماء الممتص جميعه سيتبخر لذا تجف الملابس . اما الملابس الموضوعة في حقيبة فأنها تمثل نظام مغلق حيث أن بخار الماء الناتج عن عملية التبخر سيبقى في هواء الحقيبة ولا يحدث امتصاص من قبل هذه الملابس مرة اخرى لذا تبقى مبللة .

الحرارة : Heat (q)

تُعَدُّ الحرارة احد أشكال الطاقة الشائعة في حياتنا اليومية ونرمز للحرارة ويرمز لها **(q)**

الحرارة (q)

هي انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين، درجة حرارتهما مختلفة (من الجسم الذي درجه حرارته أعلى الى جسم درجه حرارته أدنى) وتقاس على هيئه كميه من الطاقه ووحدتها هي الجول والكيلو جول

درجة الحرارة (T)

هي مقياس للطاقة الحرارية .كما تدل على حالة الجسم من حيث السخونة والبرودة

(ΔT) : التغير في درجة الحرارة

T_i : درجه الحرارة النهائية

T_f : درجه الحرارة الابتدائية

$$\Delta T = T_f - T_i$$

قياس الحرارة (q) : المفقودة أو المكتسبة

يعد أنتقال الطاقة وما يتبعه من تغير في درجة الحرارة مفتاح لقياس الحرارة (q)

حيث تتناسب الحرارة المفقودة او المكتسبة لجسم ما طردياً مع التغير في درجات الحرارة

$$q \ \alpha \ \Delta T \qquad (1)$$

تسخين (+) ، تبريد (-) ← $q \ \alpha \ \Delta T$ → ماص (+) ، باعث (-)

بضرب ΔT بثابت (C) السعة الحرارية تتحول العلاقة الى مساواة

$$q = C . \Delta T \qquad (2)$$

q = كمية الحرارة المفقودة أو امكتسبة

C = السعة الحرارية

(ΔT) : التغير في درجة الحرارة

تعتمد قياس كمية الحرارة على مفاهيم مثل 1- السعه الحراريه 2- الحراره النوعية

السعة الحرارية (C)

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدرة بالغرام{ m (g) } من اي مادة درجة سيليزية واحدة

ووحدتها (J/ C)

$$C_{(J/C)} = \varsigma \times m_{(g)} \qquad (3)$$

C = السعة الحرارية

ς : الحرارة النوعية

$m_{(g)}$: كتلة المادة بالغرام

الحرارة النوعيه ς : (تقرأ زيتا) هي السعه الحراريه لكل غرام من الماده

الحرارة النوعية (ς)

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة (كتله غرام واحد (1g)) من المادة درجة سيليزية واحدة،وحدة الحرارة النوعيه هي (J/g . C)

(العلاقة بين (q) مع الحرارة النوعيه ς)

$$q\,(J) = \varsigma\,(J / g.^{o}C) \times m_{(g)} \times \Delta T(^{o}C)$$

(كمية الحرارة) (الحراره النوعيه) (كتلة المادة) (تغير درجة الحرارة)

q(J) : تمثل كمية الحرارة المفقودة أو المكتسبة

مثال 1-1 : وزاري 2013 : ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلتها 870 g من 5 °C الى 95 °C علماً ان الحرارة النوعية للحديد 0.45 J/g °C.

الحل /

$$\Delta T = (T_f - T_i)^{o}C = (95 - 5)^{o}C = 90\ ^{o}C$$

$$q\,(J) = \varsigma\,(J / g.^{o}C) \times m(g) \times \Delta T(C)$$

$$q\,(J) = 0.45\,(J/g.^{o}C) \times 870\,(g) \times 90\ ^{o}C = 35235\ J$$

والحرارة بوحدة kJ :

$$q\,(kJ) = q\,(J) \times \frac{1\,(kJ)}{1000\,(J)}$$

$$q\,(kJ) = 35235\ J \times \frac{1\,(kJ)}{1000\,(J)} = 35.2\ kJ$$

تمرين (1 - 1) وزاري 2013 (خارج العراق) : تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها 10 g من 25^{o} C الى 45^{o} C مع اكتساب حرارة مقدارها 205 J. احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم .

الحل /

$$\Delta T = (T2 - T1)\ °C = (45 - 25)\ °C = 20°\ C$$

$$q(J) = ς\ (J/g.°C) \times m(g) \times \Delta T\ (°C)$$

$$205(J) = ς\ (J/g.°C) \times 10(g) \times 20\ (°C)$$

$$ς\ (J/g.°C) = \frac{q(J)}{m(g) \times \Delta T\ (°C)} = \frac{205(J)}{10(g) \times 20\ (°C)} = 1.025\ (J/g.°C)$$

واجب

س 1 -6 : ما الفرق بين الحرارة النوعية والسعة الحرارية ؟ ما هي وحدات هاتين الكميتين
س 1 – 9 : قطعة من الفضة كتلتها 360 g وسعتها الحرارية(86 J/ ° C) احسب حرارتها النوعية ج / 0.24 J / g . °C
س 1 – 10 : قطعة من النحاس كتلتها 6 g سخنت من 21° C الى 124 ° C احسب كمية الحرارة بوحدات الكيلوجول (kJ)اذا علمت ان الحرارة النوعية للنحاس(0.39 J/g. ° C ج / 0.24 KJ
س 1 – 11 : احسب كمية الحرارة المنبعثة بوحدات (kJ) من 350 g زئبق عند تبريدها من 77 ° C الى 12 ° C اذا علمت ان الحرارة النوعية للزئبق (0.14 J/g. ° C) ج / -3.2 KJ
س 1 – 12 : اذا تم رفع درجة حرارة 34 g من الايثانول من 25 ° C الى 79 ° C احسب كمية الحرارة الممتصة بوساطة الايثانول اذا علمت ان الحرارة النوعية للايثانول (2.44 J/g. ° C) ج / 4479.8 J
س 1 – 13 : سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g من درجه حراره 25 ° C الى 40 ° C ما ادى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700 J.احسب الحرارة النوعية لتلك المادة . ج / 2.45 J / g . °C
س 1 – 14 : 4.5 g من حبيبات الذهب أمتصت 276 J من الحراره عند تسخينها فاذا علمت أن الحراره الابتدائيه كانت 25 ° C احسب درجة الحرارة النهائية التي سُخنت اليها، اذا علمت ان الحرارة النوعية للذهب (0.13 J/g. ° C) ج / 498.8 °C
س وزاري 2/2014 (خ) : أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد من مادة سيليزية واحدة هي ----------- (الحرارة النوعية , الحرارة المنبعثة , السعة الحرارية)

حرارة التفاعل (التغير في الانثالبي) (ΔH)

أغلب الحرارة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية يجري قياسهاعند ضغط ثابت .

الانثالبي (H) :

دالة حالة ثرموداينمكية وخاصة شاملة تمثل كمية الحرارة الممتصة او المتحررة المقاسة بثبوت الضغط ويرمز لها بالرمز H ولايمكن قياس القيم المطلقة لها لأنها دالة حالة ويقاس لها التغيير الحاصل فيها ΔH

يرمز بانثالبي التفاعل بالرمز (H) والتغيربالانثالبي (ΔH)

(التغير في الانثالبي) (ΔH)

مقدار التغير الحراري المصاحب لحدوث التفاعل الكيميائي عند قياسها تحت ضغط ثابت وتسمى ايضا (حرارة التفاعل)

(التغير في الانثالبي) (ΔH) = q_p التغير في حرارة التفاعل عند ضغط ثابت

$$\Delta Hr = H_P - H_R$$

ΔHr = أنثالبي التفاعل

P = تعني نواتج

R = تعني تفاعلات

فاذا تم اعتبار التفاعل الكيميائي عبارة عن نظام. فقيم (ΔHr) تخبرنا هل ان التفاعل باعث للحرارة او ماص للحرارة

$$\Delta Hr = q_P$$

التفاعل باعث للحراره (-)	التفاعل ماص للحراره (+)
$H_R > H_P$	$H_P > H_R$
$\Delta Hr = H_P - H_R = -$	$\Delta Hr = H_P - H_R = +$

س (وزاري) : تكون ΔH للتفاعلات الباعثه للحراره ذات قيمه سالبة

ج / لأن أنثالبي المتفاعلات أكبر من أنثالبي النواتج فيكون الناتج ذات قيمة سالبة (**$\Delta Hr = H_P - H_R = -$**)

دالة الحالة

وزارى 2013 / (2) س : عرف داله الحالة

دالة الحالة : هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمدعلى الحالة الابتدائية للنظام قبل التغييروالحالة النهائية للنظام بعد التغييربغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خلاله التغيير. ومن امثلتها الانثالبي.والانتروبي وطاقه كبس الحره

مثال : اذا حصل تغير في درجه حراره جسم بمقدار $25\ °C$ فليس من الضروري معرفه الطريقه التي تم بها التغير لذا درجه الحراره داله حاله $\Delta T = Tf - Ti$

س : لايمكن قياس القيمة المطلقة للانثالبي (H) وانما يمكن قياس مقدار التغير (Δ) لهذه الدوال.

ج / لانها دالة حاله تعتمد على الحاله الابتدائيه والحاله النهائيه بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خلاله التغير

س / تعتبر كل من الانثالبي.والانتروبي دالة الحالة

ج / لانها كمية تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغيير، والحالة النهائية للنظام بعد التغيير بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خلاله التغيير

س / لاتعتبر الحرارة او الشغل دوال حالة

ج / لان قيمها تتغيركثيرا بتغير ظروف التجربة حيث انها تعتمد على المسار والخطوات التي تم من خلالها التغير،لذا فهي لاتعتمد على الحالة الابتدائية والحالة النهائية للنظام فقط. ، وبالتالي فهي لاتعتبر دوال

الخواص العامة للمواد

س وزاري 2016/2خ : عرف الخواص الشاملة

تقسم الخواص العامة للنظام الديناميكي الى نوعين من الخواص أ- **الخواص شاملة ب – الخواص المركزة**

الخواص الشاملة	الخواص المركزة
وهي الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الكتلة والحجم والانثالبي.والانتروبي	وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط والكثافة ودرجة الحرارة.والحراره النوعيه

س : تعتبر الانثالبي دالة حالة و خاصية شاملة

ج / لانها تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام .

س : التغير في انثالبي تفاعل 2 mole من مادة يساوي ضعف التغير في انثالبي تفاعل 1mol من المادة نفسها

ج / لان الانثالبي دالة حالة وهي خاصية شاملة و تعتمد على كمية الماده التي يحصل عليها التغير.

س1-4 : ماذا نعني بدالة الحالة واعط مثالا على كميتين تعدان دالة حالة ومثال على دالة مسار(دالة غير حالة)

س 1 -7 : س وزاري 2016/2 ما الفرق بين الخواص المركزة والخواص الشاملة مع اعطاء امثلة لكل منها.

وزاري 2/2014 : تقسم الخواص العامة الى --------------و--------------

وزاري 3/2014 : يكون النظام ---------- أذا كان حدود النظام تسمح بتبادل ماده النظام وطاقته

وزاري 3/2015 : ----------- تشمل جميع الخواص التي لاتعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام

الكيمياء الحرارية

الكيمياء الحرارية : هو العلم الذي يهتم بدراسه الحراره الممتصه والمنبعثه نتيجة التغيرات الفيزيائية والكيميائية

أنواع التفاعلات الكيميائية

تفاعل باعث للحرارة : $\Delta H = -$

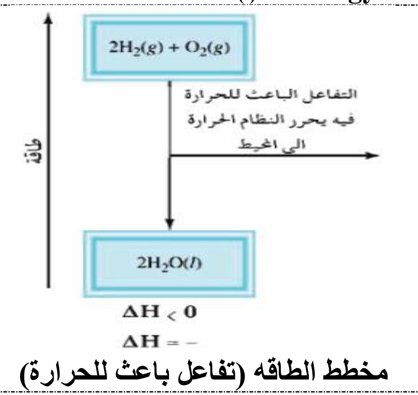
هوتفاعل كيميائي الذي يصاحبه تحرر حرارة وقيمة التغيير في الانثالبي له سالبة. (مثل تفاعلات الاحتراق)

فلو اعتبرنا ان التفاعل هو النظام،

فالتفاعل الباعث للحرارة يحول الطاقة الحرارية من النظام الى المحيط وكما هو في التفاعل الكيميائي والتغيير الفيزيائي الاتيين :

تفاعل كيميائي $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + Energ$

تغير فيزيائي $H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + Energy$



مخطط الطاقه (تفاعل باعث للحرارة)

تفاعل ماص للحرارة : $\Delta H = +$

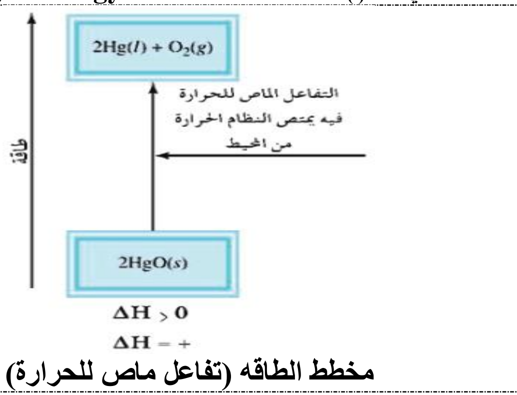
التفاعل الكيميائي الذي يصاحبه امتصاص حرارة وقيمة التغيير في الانثالبي له موجبة.(أغلب تفاعلات التفكك)

فلو اعتبرنا ان التفاعل هو النظام،

اما التفاعل الماص للحرارة ففيه يمتص النظام الطاقة الحرارية من المحيط وكما هو في التفاعل الكيميائي والتغيير الفيزيائي الاتيين :

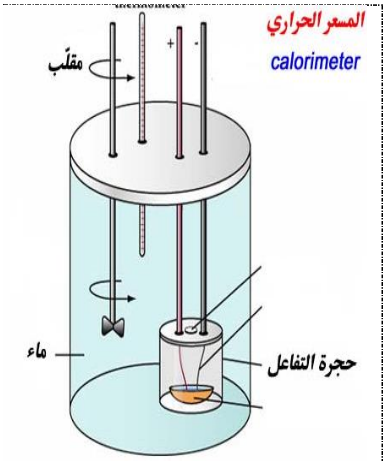
تفاعل كيميائي $2HgO_{(s)} + Energy \longrightarrow 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$

تغير فيزيائي $H_2O_{(s)} + Energy \longrightarrow H_2O_{(l)}$



مخطط الطاقه (تفاعل ماص للحرارة)

قياس حراره التفاعل (انثالبي التفاعل)



المسعر الحراري

يتم قياس الحراره باستخدام جهاز بسيط يدعى بالمسعر الحراري

المسعر الحراري : هو عباره عن جهاز معزول حراريا ويستخدم لقياس حراره التفاعل الممتصه او المتحرره في التفاعل الكيميائي عند ثبوت الضغط (انثالبي التفاعل)

تركيب المسعرالحراري : يتكون المسعر من

1 - وعاء التفاعل مغمور2 - في كميه ثابته من الماء (لكي يتم تبادل الطاقه مع وعاء التفاعل) وكلاهما موجود في وعاء معزول عزلا جيدا (الحراره لايمكن فقدها للمحيط او اكتسابها من المحيط) فاذا كان التفاعل باعث للحراره فان الحراره المتحرره لايمكن فقدها وانما تمتص من قبل الماء والمسعر فترتفع درجه حراره الماء والمسعر

واذا كان التفاعل ماص للحراره فان الحراره الممتصه ستنفخض درجه حراره الماء والمسعر

س / ما نوع الدراسه التي يقدمها المسعر

ج / يستخدم لقياس كميه الحراره المرافقه للتفاعلات الكيميائيه سواء اكانت منبعثه ام ممتصه

س / هل يمكن أعتبارحراره التفاعل المقاسه في المسعر بالانثالبي

ج /نعم لان الحراره المقاسه في المسعرتكون بثبوت الضغط فالانثالبي مرتبط بدراسه كميه الحر

لحل المسائل المتعلقه بقياس انثالبي التفاعل ΔH باستخدام المسعر نتبع الخطوات التاليه :

1- ايجاد Δ T

2- نجد كمية الحرارة q (J)

$$q\,(J) = \varsigma\,(J/g\,.\,^\circ C) \times m(g) \times \Delta T(C)$$

او العلاقه التاليه

$$q\,(J) = C\,(J/\,.\,^\circ C) \times \Delta T(C)$$

3- - كميه الحرارة المتحررة (المنبعثه) من وعاء التفاعل $(-q_J) = (+q_J)$ كميه الحراره الممتصه من الماءوالمسعر

4 – نجد عدد مولات المادة المحترقة في المسعر $n\,(mol) = \frac{m\,(g)}{M\,(g/mol)}$

5 – نجد q (J / mol) $\quad q\,(J/mol) = \frac{q\,(J)}{n\,(mol)} = \Delta H\,(J/mol)$

6- نحول J الى KJ $\quad \Delta Hr\,(kJ/mol) = \Delta H\,(J/mol) \times \frac{1(kJ)}{1000\,(J)}$

مثال 1 - 3 (وزاري 2015/1) : باستخدام المسعر وضعت 3 g من مركب الكلوكوز $C_6H_{12}O_6$ الكتلة المولية للكلوكوز (180 g/mole) في وعاء العينة ثم ملئ وعاء التفاعل بغاز الاوكسجين .وضع هذا الوعاء داخل الوعاء المعزول الذي ملئ بكمية 1200 g من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2\ J/g\,.^\circ C$) وكانت درجة الحرارة الابتدائية تساوي $21^\circ C$ احرق بعد ذلك المزيج وعند قياس درجة الحرارة وجد ان التفاعل رفع درجة حرارة المسعر ومحتوياته الى $25.5^\circ C$ احسب كمية الحرارة المتحررة بوحدة kJ نتيجة احتراق 1mol من الكلوكوز .على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة.

الحل /

$$\Delta T = (T_f - T_i)\,^\circ C = (25.5 - 21.0)\,^\circ C = 4.5^\circ C$$

$$q\,(J) = \varsigma\,(J/g\,.\,^\circ C) \times m(g) \times \Delta T(C)$$

كميه الحراره الممتصه من الماءوالمسعر $\quad q\,(J)\,(H_2O) = 4.2\,(J/g\,.\,^\circ C) \times 1200\,(g) \times 4.5\,^\circ C = 22680\ J$

المطلوب هو كميه الحرارة المتحررة (المنبعثة) لاحتراق الكلوكوز من وعاء التفاعل = حرارة منبعثة سالبة

كميه الحراره المتحررة $\quad q\,(J) = -22680\ J$

لاستخراج الحرارة المتحررة من احتراق 1mol من الكلوكوز

n	q
0.017 mol	22680
1mol	q

$$n(mol) = \frac{m\,(g)}{M\,(g/mol)} = \frac{3\,(g)}{180\,(g/mol)} = 0.017\ mol$$

$$q\,(J/mol)\,C_6H_{12}O_6 = \frac{q\,(J)}{n\,(mol)}$$

$$q\,(J/mol) = \frac{-22680\ J}{0.017\ mol} = -1334118\ J/mol$$

بما أن هذه الحرارة تم قياسها في المسعر بثبوت الضغط الجوي فانها تمثل أنثالبي التفاعل

(حراره منبعثه) $\Delta H = q_P = -1334118\ J/mol$

ولايجادها بوحدة kJ تحول وحدة J الى وحده kJ

$$\Delta Hr\,(kJ/mol) = \Delta H\,(J/mol) \times \frac{1(kJ)}{1000\,(J)}$$

$$\Delta Hr\,(kJ/mol) = -1334118\ J/mol \times \frac{1(kJ)}{1000\,(J)} = -1334\ kJ/mol$$

لذا فكمية الحرارة، اي :انثالبي احتراق مول واحد من الكلوكوز تساوي- 1334 kJ/mol

واجب

تمرين 1 -2 : وزاري 2013 : اذا تم حرق 3g من مركب الهيدرا زين (N_2H_2) كتلته المولية تساوي(32g /mol) في مسعر مفتوح يحتوي على1000 g من الماء(الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g .° C) فان درجه الحرارة ترتفع من 24.6 ° C الى 28.2° C احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق والانثالبي لاحتراق 1mol من الهيدرازين بوحدة kJ/mol على افتراض ان السعة الحرارية للمسعر مهمله
ج -161 K J / mol

س 1 – 8 :صف المسعر الحراري الذي تتم بوساطته قياس الحراررة الممتصة أو المنبعثة عند ثبوت الضغط (qp) أي الانثالبي (ΔH)

س 1 – 16 :عند حدوث تفاعل كيميائي في مسعر سعته الحرارية الكلية تساوي 2. 4 K J/ ° C فإن درجة حرارة المسعر ترتفع بمقدار 0. 1 2° C احسب التغيير في الانثالبي لذلك التفاعل بوحده الجول
ج / -288 J

س 1 – 17 : وزاري 2013 / 2 : اذا تم حرق عينة كتلتها 1.5g من حامض الخليكCH_3COOH (الكتلة المولية للحامض60 g/mol) بوجود كمية وافية من الاوكسجين وكان المسعر يحتوي على 750g من الماء(الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g .° C)فإذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من 24 ° C الى 28 ° C احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض
ج / - 504000 J / mol

س : وزاري 2015 / 3 اذا تم حرق عينة كتلتها 1.5 g من حامض الخليك CH_3COOH (الكتلة المولية للحامض60 g/mol) بوجود كمية وافية من الاوكسجين وكان المسعر يحتوي على 800 g من الماء(الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g .° C)فإذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من 25°C الى30°Cاحسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق2mol من الحامض بوحدة Kj ج /-1340Kj

س خارجي : تم تفاعل كيميائي في مسعر حراري فانبعثت حراره مقدارها 10500j- وقد سببت ارتفاعا في حراره المسعر الى 26.13C° علما ان السعه الحراريه للنظام = 26.6KJ / C° احسب درجه حراره المسعر الحراريه الابتدائيه (ج / 25.735C°)

المعادلة الكيميائية الحرارية

هي معادلة كيميائية متوازنة ولكنها تختلف عن المعادلات الاخرى بانها

أ - تحتوي على قيمة ل ΔH   ب – تحتوي على الحالات الفيزيائية للمواد المتفاعلة والناتجة

شروط المعادلة الكيميائية الحرارية

1- تحتوي قيمة و اشارة التغير في الانثالبي ا للتفاعل الكيميائي او التغيرالفيزيائي تكون ذات اشارة سالبة او موجبة فالاشارة الموجبة (+) للانثالبي تعني ان التفاعل او العملية ماصة للحرارة.

مثال (تغير فزيائي): يعبر عن عملية انصهار الجليد

$$H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = +6\ kJ/mol$$

أووضع الحرارة الممتصة مع المواد المتفاعلة (الطرف الايسر للتفاعل) وعلى الشكل الاتي :

$$H_2O_{(S)} + 6\ kJ/mol \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

اما الاشارة السالبة (-) للانثالبي فانها تعني ان العملية باعثة للحرارة .

مثال (تغير كيميائي) : يعبرعن (أحتراق الميثان)

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = -890\ kJ/mol$$

وعندما تكون الحرارة منبعثة في التفاعل الحراري فيمكن كتابتها ضمن التفاعل الكيميائي مع النواتج

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 890\ kJ/mol$$

2 - يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة في التفاعل والناتجة منه (علل)

ويعود السبب في ذلك لان كمية الحراره الممتصة او المتحررة (قيم الانثالبي) تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل

S -1	Soild	صلب	L -2	Liquid	سائل
g -3	gas	غاز	aq -4	aqueous	محلول مائي

3 - عند ضرب أو قسمة طرفي المعادلة بمعامل عددي معين يجب ان تجري نفس العملية على قيمة الانثالبي.

$$H_2O_{(s)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = 6\ kJ/mol$$

$$2\ H_2O_{(s)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = 2 \times 6\ kJ/mol = 12\ kJ/mol$$

4 - (قانون لابلاس) اذا تم عكس العملية (تفاعل كيميائي او تغير فيزيائي) فاشارة انثالبي التفاعل تتغير من الموجب للسالب اذا كانت اشارتها موجبة في الاصل،ومن السالب للموجب اذا كانت اشارتها سالبة في الاصل.

$$H_{2(g)} + \tfrac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta Hr^\circ = -236\ KJ$$ (معادلة تكوين)

$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2(g)} + \tfrac{1}{2} O_{2(g)} \qquad \Delta Hr^\circ = +236\ KJ$$ (معادلة تفكك)

واجب : س 1 :5 لماذا من الضروري بيان الحالة الفيزيائية عند كتابة التفاعلات الحرارية.

أنواع الانثالبيات

أ– أنثالبي التفاعلات الكيميائيه : ويقسم

1- انثالبي التفاعل القياسية $\Delta Hr°$

هي الحرارة المصاحبة لحدوث التفاعل عند الظروف القياسية من درجة حرارة وضغط. ويرمز لها بالرمز $\Delta Hr°$

الظروف القياسية (°) ← في الثرمودانيمك هي درجة حرارة $25 °C$ (298 k) وضغط 1atm
← في الغازات (S.T.P) هي درجة حرارة $0 °C$ (273 k) وضغط 1atm

2 - انثالبي التكوين القياسية $\Delta H_f°$

وهي الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية المتواجدة بأثبت صورها في الظروف القياسية $25 °C$ (298 k) وضغط 1atm

ملاحظات :

-1 $\Delta Hf°$ (للعناصر باثبت صورها) = 0 kJ/mol

(لان الكيمياء الحراريه تهتم بتغيرات الانثالبي فقط فتكون الحاله القياسيه هي المرجع)

-2 المقصودبالعناصر بإثبت صورها اي حالتها القياسية عند الظروف القياسية درجة حرارة $25 °C$ وضغط 1atm والتي توجد بها المادة بشكل مستقر

أ - **للجزيئات ثنائيه الذره** ($F_{2(g)}$ - $Br_{2(g)}$ - $Cl_{2(g)}$ - $I_{2(g)}$ - $N_{2(g)}$ - $O_{2(g)}$ - $H_{2(g)}$) تكون حالته الغازية هي الصورةالاثبت

ب- الفلزات(الصوره الاثبت هي الحاله الصلبه) كالمغنسيوم (S) Mg(صلب) و الحديد $Fe_{(s)}$(صلب)........... **ماعدا الزئبق سائل $Hg_{(l)}$**

ج - توجد لبعض العناصر اكثر من صورة في الظروف القياسية، مثال ذلك

الكبريت S ← معيني / موشوري المعيني هو الاثبت	الكاربون C ← كرافيت / ماس يعتبر الكرافيت هو الصورة الاثبت،	الفسفور P (صلب) ← احمر / اصفر الاحمر هو الاثبت يتواجد الفسفوربشكل (P_4)

ملاحظات أضافية :

وحده $\Delta Hr° = kJ$ (معادله تفاعل عام)

وتصبح kJ/mol عندما $\Delta Hr° = \Delta Hf°$ (معادله تفاعل تكوين واحد مول للمركب)

العلاقة بين أنثالبي التفاعل القياسي $\Delta Hr°$ و أنثالبي التكوين القياسي $\Delta Hf°$

أ - المعادلة الحرارية التي تحقق شروط انثالبي التكوين القياسية $\Delta Hf°$:

$$\Delta Hr° = \Delta Hf°$$

1 – ان يكون المركب الناتج لمول واحد (اذا كان المركب المقصود في المتفاعلات فيمكن عكس المعادله)

2- ان يكون المركب الناتج قد جاء من عناصره الاساسية وباثبت صورالعناصر الاساسية

كيفية كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية لتكوين مول واحد

(معادله التكوين العامه) مول واحد من الماده الناتجة ← مواد أوليه (باثبت صورها)

س : أكتب معادلة تكوين غاز الميثان من عناصره الاساسية باثبت صورها علما ان $\Delta Hf°$ CH4 - 394 kJ/mol

$$C_{(graphite)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_{4(g)}$$

$\Delta Hr° = \Delta Hf°\ CH_4 = -394\ kJ/mol$

مثال : 3-1 اذا علمت ان انثالبي التكوين القياسية للبنزين C_6H_6 $\Delta Hf°°\ C_6H_6 = 49\ kJ/mol$

اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث تكون $\Delta Hr°$ مساوية الى $\Delta Hf°(C_6H_6)$.

الحل / لاجل ان $\Delta Hr° = \Delta Hf\ C_6H_6°$

لابد ان يتكون مول واحد من C_6H_6 من عناصره الاساسية باثبت صورها عند الظروف القياسية $25 °C$ و 1atm

$$6C_{(graphite)} + 3H_{2g} \longrightarrow C_6H_{6(l)}$$

$\Delta Hr° = \Delta Hf°\ C_6H_6 = 49\ kJ/mol$

س وزاري 2015/1 خارج العراق : علل $\Delta Hr°$ للتفاعل الغازي $H_{2(g)} + F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)}$

لايساوي $\Delta Hf°$ ل فلوريد الهيدروجين HF

الحل : لان الناتج هو 2 mol من HF

مثال: 1 -4 اي من التفاعلات التالية تساوي قيمة انثالبي التفاعل القياسيةΔHr° لهاالى قيمة انثالبي التكوين القياسيةΔHf°للمركبات المتكونة

$$1-\quad 4\ Fe_{(s)} + 3\ O_{2\,(g)} \longrightarrow 2\ Fe_2O_{3(s)} \qquad \Delta Hr^{\circ} = 1625\ KJ$$

$$2-\quad C_{(graphite)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta Hr^{\circ} = -394\ kJ$$

$$3-\quad CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta Hr^{\circ} = 283\ kJ$$

الحل / التفاعل (1) $\Delta Hr^{\circ} \neq \Delta Hf_{Fe_2O_3}^{\circ}$ لتكون 2 mol من الناتج Fe_2O_3

التفاعل (2) $\Delta Hr^{\circ} = \Delta Hf_{CO2}^{\circ}$

وذلك لانه يحقق الشروط بتكوين مول واحد من CO_2 من عناصره الاساسية باثبت صورها.

التفاعل (3) $\Delta Hr^{\circ} \neq \Delta Hf^{\circ}_{CO_{2(g)}}$ وذلك لان المادة المتفاعلة (CO) ليست من عناصره الاساسية

س : هل هذه المعادله التاليه معادله تكون غاز CO_2 ام لا وهل يمكن تحويله الى معادله تكوين CO_2

$$C_{(di)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$$

ج / لاتمثل هذه المعادله معادله تكون غاز CO_2

ولايمكن تحويلها لان هذه المعادله متكونه من $C_{(diamond)}$ (الصوره الاقل استقرار وثباتا للكاربون)

مثال : اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لكبريتات المغنسيوم $\Delta Hf^{\circ}(MgSO_4)$ تسا وي(1278 kJ/ mol –) اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث تكون ΔHr° مساويه ل $\Delta Hf^{\circ}(MgSO_4)$

الحل / بما ان المتكونه $MgSO_4$ هي لمول واحد ومن عناصره الاساسية وباثبت صورها

$$Mg_{(S)} + S_{rho(\text{معيني})} + 2\ O_{2(g)} \longrightarrow MgSO_4$$

$$\Delta Hr^{\circ} = \Delta Hf^{\circ} \times \text{عدد المولات المتكونه}$$

$$\Delta Hr^{\circ} = \Delta Hf^{\circ}(MgSO_4) = -1278\ kJ/mol \times 1mol = -1278\ kJ/Mol$$

س : اذا علمت ان انثالبي التكوين القياسية لحامض الفسفوريك $H_3PO_{4(S)}$ $\Delta Hf^{\circ}\ H_3PO_{4(S)} = -1279\ kJ/mol$

اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث تكون ΔHr° مساوية الى $\Delta Hf^{\circ}\ H_3PO_{4(S)}$

الحل / لاجل ان $\Delta Hr^{\circ} = \Delta Hf^{\circ}\ H_3PO_{4(S)}$

لابد ان يتكون مول واحد من H_3PO_4 من عناصره الاساسية باثبت صورها عند الظروف القياسية$25^{\circ}C$ و 1atm

$$\frac{3}{2} H_{2(g)} + 2O_{2(g)} + \frac{1}{4} P_{4(S)} \longrightarrow H_3PO_{4(S)}$$

$$\Delta Hr^{\circ} = \Delta Hf^{\circ}\ H_3PO_4 = -1279\ kJ/mol$$

ب أذا كان $\Delta Hf^{\circ} \neq \Delta Hr^{\circ}$ فتطبق العلاقة التالية

$$\Delta Hr^{\circ} = n \times \Delta Hf^{\circ} \qquad \text{أو} \qquad \Delta Hf^{\circ} = \frac{\Delta Hr^{\circ}}{\text{عدد المولات المتكونة}}$$

مثال : : احسب انثالبي التفاعل القياسية ΔHr° للتفاعل التالي

$$2H_{2\,(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2\ H_2O_{(l)} \qquad \Delta Hr^{\circ} = ?\ KJ$$

اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لسائل الماء $\Delta Hf^{\circ}(H_2O) = -285\ kJ/mol$

الحل / المعادلة اعلاه تشمل تكوين 2 مول من(H_2O)

$$\Delta Hr^{\circ} = \Delta Hf^{\circ} \times \text{عدد المولات المتكونه}$$

$$\Delta Hr^{\circ} = -285\ kJ/mol \times 2\ mol = -572\ kJ/mol$$

مثال : أحسب انثالبيه التكوين القياسي ل HBr اذا علمت ان انثالبي التفاعل القياسية لHBr تساوي

$$H_{2(g)} + Br_{2(g)} \longrightarrow 2HBr_{(g)} \qquad \Delta Hr^{\circ} = -144\ kJ/mol$$

الحل / يجب ان نقسم التفاعل على 2 mol ليتكون 1mol من $HBr_{(g)}$

$$\Delta Hf^{\circ}(HBr) = \frac{\Delta Hr^{\circ}}{\text{عدد المولات المتكونه}} = \frac{-144\ Kj}{2\ mol} = -72\ kJ/mol$$

تمرين 1-3 : اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لحامض الكبريتيك $\Delta Hf^{\circ}(H_2SO_4)$ تسا و ي (811 kJ / mol –) اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث تكون ΔHr° مساويه ل $\Delta Hf^{\circ}(H_2SO_4)$

تمرين 1- 4 : احسب انثالبي التفاعل القياسية ΔHr° للتفاعل التالي اذا علمت ان انثالبي التكوين القياسية لفلوريد الهيدروجين (HF) تساوي $\Delta Hf^{\circ}(HF) = -271\ kJ/mol$

$$H_{2(g)} + F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)}$$

ج /kJ 542 -

تمرين 1-5 : احسب انثالبي التفاعل القياسية للتفاعل الاتي $\Delta Hr^{\circ} = ?\ kJ$:

$$4\ Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(s)}$$

اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لاوكسيد الالمنيوم $\Delta Hf^{\circ}(Al_2O_3) = -1670\ kJ/mol$

ج / **3340 kJ / mol –**

س 1 – 18 : ماذا تعني ظروف التفاعل القياسية في الكيمياء الحرارية وما هي اوجه الاختلاف عن الظروف القياسيه (STP)التي تستخدم في الغازات

وزارى 2016 / (خ) س : عرف انثالبى الاحتراق القياسية

3 - انثالبي الاحتراق القياسية ΔHc°

هي الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع وفرة من الاوكسجين عند الظروف القياسية (درجة حرارة 25 °C (298 k) وضغط 1atm) ويرمز لها بالرمز ΔH_C°

1- نواتج أحتراق العناصر مع الاوكسجين يؤدي الى تكوين أكاسيدها

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

الكبريت — أوكسيد الكبريت

2- اما حرق المواد العضوية الشائعة فينتج عنها غاز ثنائي أوكسيدالكاربون والماء السائل باعثاً حرارة

$$C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^\circ = -2808\ kJ/mol$$

3 – لموازنة معادله احتراق المركبات العضويه
نبدأ بموازنه الكربون أولا ثم الهيدروجين وأخيرا الاوكسجين مع بقاء المركب العضوي يحتوي مول واحد
4- ان جميع تفاعلات الاحتراق هي تفاعلات باعثة للحرارة.اي ان قيمه ΔH_C° تكون سالبه (-)
أهمية $\Delta H\ C^\circ$: أ- تعين القيم الحراريه للوقود والمواد الغذائيه ب - تعين ΔH_r° لبعض المركبات

العلاقة بين أنثالبي التفاعل القياسي ΔHr° و انثالبي الاحتراق القياسية ΔHc°

أ- الشرط الاساسي لتساوي لانثالبي التفاعل القياسي ΔHr° مع انثالبيه الاحتراق القياسيه ΔH_C°

$$\Delta Hr^\circ = \Delta Hc^\circ$$

1 - حرق مول واحد من الماده مع 2- كميه وافيه من الاوكسجين (احتراق تام) 3- ان تكون الماده في المتفاعلات

مثال 1-5 : اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لحرق الكحول الاثيلي السائل اذا علمت $\Delta H_C^\circ (C_2H_5OH_{(l)}) = -1367\ kJ/mol$

الحل / يحترق مول واحد من كحول الاثيل السائل مع كافيه من الاوكسجين O_2 ليبعث حرارة مقدارها $-1367\ kJ/mol$

$$C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

$$\Delta Hr^\circ = \Delta H_C^\circ (C_2H_5OH_{(l)}) = -1367\ kJ/mol$$

س : ظهور كسور في المعادلة الحرارية (علل)
ج / بسبب كتابة المعادلة الكيميائية التي تمثل تكوين مول واحد من المركب المراد تكوينه .لذا نلجأ ألى تغيير عدد مولات المواد المتفاعلة.

مثال : اكتبت تفاعل احتراق سائل الاوكتان (C_8H_{18})اذا علمت ان $\Delta Hc^\circ(C_8H_{18}) = -5471\ kJ/mol$

الحل /

$$C_8H_{18(g)} + \frac{25}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 8CO_{2(g)} + 9H_2O_{(l)}$$

$$\Delta Hr^\circ = \Delta Hc^\circ\ (C_3H_8) = -5471\ kJ/mol$$

العلاقة بين ΔHr° و ΔHc° و ΔHf°

عندما يكون عدد مولات الماده المتحده مع الاوكسجين والمركب الناتج مول واحد فان

حراره التفاعل ΔHr° = حراره احتراق ΔHc° = حراره تكوين ΔHf° في ان واحد

س وزاري : للتفاعل التالي

$$C_{(graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_2 \qquad -394\ kJ/mol$$

تكون قيمة انثالبي التفاعل القياسية تساوي قيمة أنثالبي التكوين القياسية لغاز CO_2 وانثالبي الاحتراق القياسية للكرافيت علل ذلك

ج / 1- لان حرارة هذا التفاعل تمثل تكوين مول واحد من CO_2 من عناصره الاساسيه باثبت صورها
لذ تعتبر حرارة تكوين $\Delta Hf^\circ\ (CO_2)$
2- حراره هذا التفاعل تصاحب احتراق مول واحد من الكرافيت احتراقا في الاوكسجين
لذا يمكن اعتبارها حراره احتراق الكرافيت ايضا $\Delta HC^\circ\ (C)$

$$C_{(gra)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr^\circ = \Delta HC^\circ\ (C) = \Delta Hf^\circ\ (CO_2) = -394\ kJ/mol$$

حرارة التفاعل القياسية ΔHr° لتفاعل ما قد لا تساوي حرارة التكوين الاحتراق ΔHc° فيتم تطبيق القانون

$$\Delta Hr = n \times \Delta Hc^\circ$$

أو

$$\Delta Hc^\circ = \frac{\Delta H r^\circ}{\text{عدد المولات المحترق حرقا تاما بالاوكسجين}}$$

تمرين 1-6 : اكتبت تفاعل احتراق غاز البروبان (C_3H_8) اذا علمت ان $\Delta H_C^\circ (C_3H_8) = -2219\ kJ/mol$

س1 :20 وزاري 2013 / 3 : احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية $\Delta Hf^\circ(Al_2O_3)$ والتغير في انثالبي الاحتراق القياسية (Al) ΔHc° في التفاعل :

$$4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(s)} \qquad \Delta Hr^\circ = -3340\ kJ$$

ج/ - 1670 KJ / mol ؛ - 835 KJ / mol

س: وزاري : للتفاعل

$$2Fe_2O_3 \longrightarrow 4Fe_{(s)} + 3O_2 \qquad \Delta H_r^\circ = 1644\ KJ$$

احسب كل من ΔH_f° ل اوكسيدالحديديك Fe_2O_3 و ΔH_c° للحديد Fe

ج / -822 KJ / –411 KJ

ب - انثالبي التغيرات الفيزيائية

بتغيرحالات المادة تتغير طبيعه الماده من طور الى طوراخر يحدث تغير في طاقه الماده (انثالبي الماده)

ΔH (التغيرات الفيزيائيه)

$\Delta H = -$ (باعث) $\Delta H = +$ (ماص)

$\Delta H_{vap} = - \Delta H_{cond}$

انثالبي التبخر = انثالبي التكثيف

$\Delta H_{Fus} = - \Delta H_{cryst}$

انثالبي الانصهار = انثالبي الانجماد

التكاثف :هوعمليه تحول الماده من الحاله الغازيه الى الحاله السائله **أنثالبيه التكثيف ΔH_{cond} :** **مقدار الحرارة المنبعثه لتكثيف مول واحد من اي مادة** **مثال : يتكثف مول واحد من بخارالماء الى الماء السائل** $H_2O_{(g)} \xrightarrow[\text{باعث}]{\text{تكثيف}} H_2O_{(l)}$ $\Delta H_{Cond} = - 44$ kJ/mol	**التبخير : هوعمليه تحول الماده من الحاله السائله الى الحاله الغازيه** **أنثالبيه التبخير ΔH_{vap} :** **مقدار الحرارة اللازمة لتبخر مول واحد من اي مادة** **مثال : يتبخر مول واحد من الماء السائل الى بخار الماء** $H_2O_{(l)} \xrightarrow[\text{ماص}]{\text{تبخير}} H_2O_{(g)}$ $\Delta H_{vap} = 44$ kJ/mol
الانجماد (التبلور): هو عمليه تحول الماده من الحاله السائله الى الحاله الصلبه **أنثالبيه الانجماد ΔH_{cryst} :** **مقدار الحرارة المنبعثه لانجماد مول واحد من اي مادة** **مثال : انجماد مول واحد من الماء السائل الى الجليد** $H_2O_{(l)} \xrightarrow[\text{باعث}]{\text{انجماد}} H_2O_{(S)}$ $\Delta H_{cryst} = - 6$ kJ/mol	**الانصهار:هوعمليه تحول الماده من الحالة الصلبه الى الحاله السائله** **أنثالبيه الانصهار ΔH_{fus} :** **مقدار الحرارة اللازمة لصهر مول واحد من اي مادة** **مثال : انصهار مول واحد من الجليد الى الماء السائل** $H_2O_{(S)} \xrightarrow[\text{ماص}]{\text{انصهار}} H_2O_{(l)}$ $\Delta H_{fus} = 6$ kJ/mol

مثال 1–6 : اذا علمت ان انثالبي التبخر للامونيا تساوي 23 kJ/mole احسب انثالبي التكثيف للامونيا.

الحل : معادلة التبخر للامونيا تكتب على الصورة الاتية :

$NH_{3(l)} \xrightarrow[\text{تبخير}]{vap} NH_{3(g)}$ $\Delta H_{Vap} = 23$ kJ/mol

عملية التكثيف هي عكس عملية التبخر

$\Delta H_{Vap} = - \Delta H_{cond} = - 23$ kJ/mol

$NH_{3(g)} \xrightarrow[\text{تكثيف}]{cond} NH_{3(l)}$ $\Delta H_{cond} = - 23$ kJ/mol

تمرين 1 -7 : اذا علمت ان انثالبي الانصهار لحامض الخليك CH_3COOH الثلجي 5.11 . kJ/mol احسب انثالبي الانجماد لهذا الحامض. ج / ΔHcryst -5.11 kJ/ mol

س واجب : اذا علمت ان انثالبي الانصهار لحامض الخليك CH_3COOH الثلجي 5.11 . kJ/mol احسب انثالبي الانجماد ل 0.1 mol لهذا الحامض. ج / ΔHcryst - 0.511 kJ/ mol

س واجب ت : أذا علمت الحراره الممتصه لمول واحد من الماء السائل لتحويله الى بخار ماء 44 kJ/mol احسب الحراره المنبعثه لتكثيف 4 مولات من بخار الماء ج / - 176 kJ/mol

طرائق حساب انثالبي التفاعل القياسية $\Delta Hr°$

أولآ : الطريقه المباشره باستخدام

أ - الحراره النوعيه ب - (طريقه المسعر الحراري) تم التطرق اليه في بدايه الفصل

ثانيا : طريقة استخدام قانون هيس

س :هنالك العديد من المركبات الكيميائية لا يمكن تصنيعها بشكل مباشر من عناصره لذا لاتحسب $\Delta Hf°$ بصوره مباشره

ج / ذلك لاسباب عديدة منها ان التفاعل قد يسير ببطء شديد او تكون مركبات جانبية غير مرغوبة

أن الكثير من المركبات لايمكن تصنيعها بصوره مباشره وتعتمد هذه الطريقة على قانون هيس الذي ينص على ان

قانون هيس

س وزاري 2016/2 عرف قانون هيس

عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فان التغير في انثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة او في سلسلة من الخطوات.

فائده قانون هيس : تكمن في امكانيه قياس أنثالبي التفاعلات التي لايمكن قياسها بشكل مباشر لكون حدوثها غير ممكن لبطئها او لتكون نواتج جانبيه

يعتمد قانون هيس على حقيقه ان أنثالبي التفاعل $\Delta Hr°$ **هي دالة حالة اي انها تعتمد على الحالة الابتدائية والحالة النهائية** للنظام فقط (اي على طبيعة المتفاعلات والنواتج) ولاتعتمد على المسارات التي يسلكها التفاعل للتحول من المواد المتفاعلة الى المواد الناتج

شرح قانون هيس

لكي نفهم قانون هيس ناخذ المثال التالي

س : لايمكن قياس الحرارة المنبعثة مباشرة عند تكوين غاز احادي اوكسيد الكاربون (CO) من تفاعل عنصر الكاربون(كرافيت C) مع غاز الاوكسجين (O_2)

$C_{(كرافيت)} + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO \qquad \Delta Hr° = ?$ (معادلة الهدف)

ج /لان الناتج من احتراق (كرافيت C) مع غاز (O_2) سيكون خليط من CO_2 بالاضافه CO

يفترض قانون وجود تفاعلات جانبية تكون محصلتها معادلة الهدف

$C_{(كرافيت)} + O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr° = -394 kJ/mol \quad (1)$

$CO_2 \longrightarrow CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_2 \qquad \Delta Hr° = +283\ 4kJ\ mol \quad (2)$

$C_{(كرافيت)} + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO_{(g)} \qquad \Delta Hf°CO = \Delta Hr° = -110\ kJ/mol$

خطوات ايجاد الانثالبيه على ضوء قانون هيس

1- نكتب المعادله الحراريه المطلوب (معادله الهدف)

2 - - قد يستوجب كتابه معادله تفكك او تكوين او كتابه معادلات احتراق

3- قد يستوجب تطبيق بعض قوانين المعادله الحراريه

أ - عكس كتابه المعادله الحراريه او ضربها (او تقسيمها) بعدد معين

ب – عند عكس معادله التفاعل فان أشاره ΔH تقلب من الموجب الى السالب وبالعكس

+ حراره التفكك = - حراره التكوين

4 – نجمع المعادلات الجديده بحيث يقودنا الى المعادله الحراريه المطلوب قياس الانثالبي (معادله الهدف)

$\Delta Hr° = (\Delta Hr1° + \Delta Hr\ 2° + \Delta Hr3°)$

مثال 1 -7 : (س وزاري 2016 تمهيدي) أحسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2(l)}$ من عناصره الاساسية باثبت صورهم.

$C_{(graphitle)} + 2\ S_{(rhombic)} \longrightarrow CS_{2(l)}$

اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :

1- $C_{(graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta Hr° = -394kJ/mol$

2- $S_{(rhombic)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta Hr° = -296kJ/mol$

3 - $CS_{2(l)} + 3O_2 \longrightarrow CO_{2(g)} + 2\ SO_{2(g)} \qquad \Delta Hr° = -1072kJ/mol$

الحل : نكتب معادله الهدف

$C_{(graphitle)} + 2\ S_{(rhombic)} \longrightarrow CS_{2(l)}$

نغير المعادلات في السؤال بحيث انه عند الجمع الجبري لها نحصل على معادله الهدف

المعادله (1) تبقى على حالها وتعكس المعادلة (3) لتصبح معادله (4)

وتضرب المعادلة (2) بالعدد 2 لنحصل على معادله (5)

1- $C_{(graphite)} + \cancel{O_2}_{(g)} \longrightarrow \cancel{CO_2}_{(g)} \qquad \Delta Hr° = -394kJ/mol$

4- $\cancel{CO_2}_{(g)} + 2\ \cancel{SO_2}_{(g)} \longrightarrow CS_{2(l)} + \cancel{3O_2} \qquad \Delta Hr° = +1072kJ/mol$

5- $2S_{(rhombic)} + \cancel{2O_2}_{(g)} \longrightarrow \cancel{2SO_2}_{(g)} \qquad \Delta Hr° = -592\ kJ$

$C_{(graphitle)} + 2\ S_{(rhombic)} \longrightarrow CS_{2(l)}$

$\Delta Hr° = \Delta Hf°\ CS_{2\ (l)} = -394\ kJ + 1072\ kJ + (-592)\ kJ = 86\ kJ$

س وزاري 2015/2 : احسب انثالبي التكوين القياسية للبروبان $C_3H_{8\,(g)}$ أذا أعطيت المعلومات الاتية

$$C_3H_{8\,(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2\,(g)} + 4H_2O_{(l)} \qquad \Delta H^{\circ}_{r} = -2220\ kJ/mol$$
$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{r} = +286\ kJ/mol$$
$$C_{(graphite)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{r} = -393.5\ kJ/mol$$

الحل / نكتب معادلة الهدف

معادله الهدف

$$3C_{(graphite)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8\,(g)} \qquad \Delta H_r^{\circ} = ?$$

المعادله الاولى تقلب والمعادلة الثانية (تقلب وتضرب × 4) والمعادلة الثالثة (تضرب × 3)

$$3CO_{2\,(g)} + 4H_2O_{(l)} \longrightarrow C_3H_{8\,(g)} + 5O_{2(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{r} = +2220\ kJ/mol$$
$$4H_{2\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \longrightarrow 4H_2O_{(l)} \qquad \Delta H^{\circ}_{r} = -286 \times 4 = -1144\ kJ/mol$$
$$3C_{(graphite)} + 3O_{2\,(g)} \longrightarrow 3CO_{2\,(g)} \qquad \Delta H^{\circ}_{r} = -393.5 \times 3 = -1180.5\ kJ/mol$$

$$3C_{(graphite)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8\,(g)}$$

$$\Delta H_r^{\circ} = \Delta H_f^{\circ}\ C_3H_{8\,(g)} = +2220\ kJ + (-1144)\ kJ + (-1180.5)\ kJ = -104\ kJ$$

===

ثالثا: طريقة استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية

يمكن ايجاد قيمه ΔH°_{r} باستخدام الفرق بين قيم $n\,\Delta H_f^{\circ}$ (Products) و ΔH_f° (Products) حسب العلاقه التاليه

$$\Delta H_r^{\circ} = \Sigma\, n\, \Delta H_f^{\circ}\ (Products) - \Sigma\, n\ \Delta H_f^{\circ}\ (Reactants)$$

Σ = تمثل مجموع

n = تمثل عدد المولات

ΔH_f° (Products) = انثالبي التكوين للمركبات الناتجة

ΔH_f° (Products) = انثالبي التكوين للمركبات المتفاعلة

ΔH_f° للعنصرالحر باثبت صوره = صفر

مثال 1 :8 يجري تفاعل الثرميت الذي يتضمن الالمنيوم وأوكسيد الحديد (III) وكالاتي

$$2Al_{(s)} + Fe_2O_{3\,(s)} \longrightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(l)} \qquad \Delta H_r^{\circ} = ?\ kJ$$

احسب انثالبي التفاعل القياسية ΔH_r° لهذا التفاعل اذا علمت ان $\Delta H_f^{\circ}\ Al_2O_{3(s)} = -1670\ kJ/mol$:

$\Delta H_f^{\circ}\ Fe_2O_{3\,(s)} = -822\ kJ/mol$ / $\Delta H_f^{\circ}\ Fe_{(l)} = 12\ kJ/mol$

الحل /

$$\Delta H_r^{\circ} = \Sigma\, n\, \Delta H_f^{\circ}\ (Products) - \Sigma\, n\ \Delta H_f^{\circ}\ (Reactants)$$

$$\Delta H_r^{\circ} = [\,\Delta H_f^{\circ}\,(Al_2O_{3(s)}) + 2\,\Delta H_f^{\circ}(Fe_{(l)})\,] - [\,2\Delta H_f^{\circ}\,(Al_{(s)}) + \Delta H_f^{\circ}\,(Fe_2O_{3\,(s)})\,]$$

($\Delta H_f^{\circ} = -1670$) ($\Delta H_f^{\circ} = 12$) ($\Delta H_f^{\circ} = 0$) ($\Delta H_f^{\circ} = -822$)

$$\Delta H_r^{\circ} = [\,(-1670 + 2\,(12)\,]\ kJ/mol - [\,2(0) + -(822)\,]\ kJ/mol = -824\ kJ$$

س وزاري : أحسب انثالبي الاحتراق القياسي ΔH_c° لغاز الايثان علما ان انثالبيه التكوين القياسيه لسائل الماء وغاز CO_2 وغاز C_2H_6 هي (286 - ، 294- ، 85-) بوحدات (kJ / mol)

ا لحل / نكتب معادلات احتراق غاز الايثان

$$C_2H_{6\,(g)} + \frac{7}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^{\circ} = \Delta H_c^{\circ}\ C_2H_6 = ?$$

($\Delta H_f^{\circ} = -85$) ($\Delta H_f^{\circ} = 0$) ($\Delta H_f^{\circ} = -294$) ($\Delta H_f^{\circ} = -286$)

$$\Delta H_r^{\circ} = \Sigma\, n\, \Delta H_f^{\circ}\ (Products) - \Sigma\, n\ \Delta H_f^{\circ}\ (Reactants)$$

$$\Delta H_r^{\circ} = [2\ \Delta H_f^{\circ}\ CO_{2(g)} + 3\,\Delta H_f^{\circ}\ H_2O_{(l)}\,] - [\,\Delta H_f^{\circ}\,(C_2H_{6\,(g)}) + \frac{7}{2}\ \Delta H_f^{\circ}\ O_2]$$

$$\Delta H_r^{\circ} = [(2 \times -294) + (3 \times -286)] - [-85 + 0]$$
$$\Delta H_r^{\circ} = [(-588) + (-858)] - [-85] = [-1446 + 85] = -1361\ KJ/mol$$
$$\Delta H_r^{\circ} = \Delta H_c^{\circ}\ C_2H_6 = -1361\ KJ/mol$$

ملاحظة : يحل هذا السؤال ايضا بطريقة هيس

أسئله وزاريه محلولة

س وزاري 2013:احسب انثالبيه التكوين القياسيه $\Delta H°f$ لغاز CO اذاعلمت ان حراره تفكك CO_2 هي394KJ/mol وان حراره التفاعل الاتي : $\Delta H°r = -283\ KJ$ $\quad CO + ½ O_2 \longrightarrow CO_2$

الحل / الطريقه الاولى (قانون هيس)

نكتب معادله الهدف وهي تكوين غاز CO من عناصره الاوليه وباثبت صورها

معادله الهدف

$$C_{(كرافيت)} + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_{(g)} \qquad \Delta Hf° = ?$$

ثم نكتب بقيه المعادلات وهي تفكك CO_2

$$CO_2 \longrightarrow C_{(كرافيت)} + O_2 \qquad \Delta Hr° = 394 kJ/mol \quad (1)$$

والمعادله الاخرى

$$CO + ½ O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta H°r = -283\ KJ \quad (2)$$

نغير المعادلات في السؤال بحيث انه عند الجمع الجبري لها نحصل على معادله الهدف

فنعكس المعادله (1) و (2) فنحصل على معادله (3) و (4) ونقوم بجمعهما

$$C_{(كرافيت)} + O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr° = -394 kJ/mol \quad (3)$$

$$CO_2 \longrightarrow CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_2 \qquad \Delta Hr° = +283\ 4kJ\ mol \quad (4)$$

$$C_{(كرافيت)} + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_{(g)} \qquad \Delta Hr° = -110\ kJ/mol = \Delta Hf°$$

الطريقه الثانيه : (طريقة استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية)

$$CO + ½ O_2 \longrightarrow CO_2$$

الحل / اعطى في السؤال حراره تفكك غاز CO_2 لذلك يجب ان نحسب حراره التكوين له CO_2 $\Delta Hf°$

حراره التفكك = - حراره التكوين = $-394\ kJ/mol$

$$\Delta Hr° = \Sigma n \Delta Hf°_{(Products)} - \Sigma n \Delta Hf°_{(Reactants)}$$

$$\Delta Hr° = [\Delta Hf°\ CO_{2(g)}] - [\Delta Hf°\ (CO) + ½\ \Delta Hf°\ O_2]$$

$$-283 = -394 - [\Delta Hf°\ (CO) + 0\ ]$$

$$\Delta Hf°\ (CO) = -394 + 283 = -110\ kJ/mol$$

س وزاري 2016 / 1 يحترق البنزين (C_6H_6) في الهواء ليبعث حرارة مقدارها 3271 KJ / mol – ويعطي ثنائي اوكسيد الكاربون الغاز وسائل الماء احسب انثالبي التكوين القياسية $\Delta Hf°$ للبنزين اذا علمت ان انثالبي الاحتراق القياسية بوحدات KJ/mol لكل الكرافيت $(C)_{(gra)} = -394\ kJ/mol$ وللهيدروجين $(H_2)_{(g)} = -286\ kJ/mol$

الحل :

معادله أحتراق 1 mol من البنزين C_6H_6

$$C_6H_{6\,(l)} + \frac{15}{2} O_{2\,(g)} \longrightarrow 6\,CO_{2\,(g)} + 3\,H_2O_{(l)} \qquad \Delta Hr° = -3271\ KJ/mol \quad (1)$$

عندما يكون عدد مولات الماده المتحده مع الاوكسجين والمركب الناتج مول واحد

تكون $\Delta Hr° = \Delta Hc° = \Delta Hf°$

$$C + O_{2(g)} \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta Hr° = \Delta HC°\ (C) = \Delta Hf°\ (CO_2) = -394\ kJ/mol \quad (2)$$

$$H_{2(g)} + ½\,O_{2(g)} \longrightarrow H_2O \qquad \Delta Hr° = \Delta HC°\ (H_2) = \Delta Hf°\ (H_2O) = -286\ kJ/mol \quad (3)$$

الحل : الطريقة الاولى

$$\Delta Hr° = \Sigma n \Delta Hf°_{(P)} - \Sigma n \Delta Hf°_{(R)}$$

$$\Delta Hr° = [6 \times \Delta Hf°\ CO_2 + 3 \times \Delta Hf°\ H_2O] - [\Delta Hf°\ C_6H_6 + \frac{15}{2}\ \Delta Hf°\ O_2]$$

$$-3271 = [6 \times -(394) + 3 \times -(286)] - [\Delta Hf°\ C_6H_6]$$

$$-3271 = [(-2364) + (-858)] - [\Delta Hf°\ C_6H_6]$$

$$\Delta Hf°\ C_6H_6 = -3222 + 3271 = 49\ kJ/mol$$

الحل : الطريقة الثانية (طريقة هيس)

معادلة الهدف

$6C + 3H_{2(g)} \longrightarrow C_6H_6$

المعادلة (1) تقلب و المعادلة (2) تضرب × 6 و المعادلة (3) تضرب × 3

$3H_2O_{(l)} + 6CO_{2(g)} \longrightarrow C_6H_{6(l)} + \frac{15}{2}O_{2(g)}$ $\Delta Hr° = +3271\ KJ/mol$ (1)

$6C + 6O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_2$ $\Delta Hr° = -394 \times 6 = -858\ kJ/mol$ (2)

$3H_{2(g)} + 3/2\,O_{2(g)} \longrightarrow 3H_2O$ $\Delta Hr° = -286 \times 3 = -2364\ kJ/mol$ (3)

$6C + 3H_{2(g)} \longrightarrow C_6H_6$

$\Delta Hr° = \Delta Hf°\ C_6H_{6\ (g)} = +3271 + (-858) + (-2364) = 49\ kJ/mol$

تمرين 1 :8 احسب انثالبي التكوين القياسية للاستيلين $C_2H_{2\ (g)}$ من عناصره الاسا سية

$2C_{(graphite)} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{2(g)}$ $\Delta H_f°(C_2H_{2(g)}) = ?\ kJ$

اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية:

(1) $C_{(graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_r° = -394\ kJ/mol$

(2) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r° = -286\ kJ/mol$

(3) $2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r° = -2599\ kJ/mol$

ج / 225.5 KJ / mol

تمرين 1 :9 يحترق البنزين (C_6H_6) في الهواء ليعطي ثنائي اوكسيد الكاربون الغاز والماءالسائل

احسب انثالبي التفاعل القياسية $\Delta Hr°$ لهذا التفاعل اذا علمت ان: $\Delta Hf°(C_6H_6)_{(l)} = 49\ kJ/mol$

$\Delta Hf°(CO_2) = -394\ kJ/mol$ $\Delta Hf°(H_2O)_{(l)} = -286\ kJ/mol$ ج / – 3271 KJ / mol

---

س 1- 19 : وزاري 2016 (خ) في مسعر حرار ي وضع 2.6 g من الاستيلين C_2H_2 (M = 26 g / mol) فوجد ان كميه الحراره المنبعثه من الاحتراق تساوي130 K J- . أحسب انثالبي التكوين القياسيه للاسيتلين اذا علمت ان :

$\Delta H_f°(H_2O) = -286\ KJ/mol$ و $\Delta H_f°(CO_2) = -393.5\ KJ/mol$ ج / 227 KJ / mol

---

س 1 -21:أكتب نص قانون هيس وفسرفائدته في الكيمياء الحراريه من المعادلات الحراريه عند درجه حراره 25C ° وضغط 1 atm

1) $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$ $\Delta H_r° = -185\ kJ$

2) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r° = -484\ kJ$

احسب $\Delta H_r°$ للتفاعل الاتي $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r° = ?$

ج / $\Delta H_r° = -114\ Kj$

س 1-22 اذا اعطيت المعادلات الحرارية الآتية عند درجة حرارة 25 ° C وضغط 1 atm

(1) $\frac{1}{2}N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$ $\Delta H_r° = 33\ kJ$

(2) $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)}$ $\Delta H_r° = 11\ kJ$

احسب $\Delta H_r°$ للتفاعل الاتي

(3) $2NO_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)}$ $\Delta H_r° = Kj?$ ج / $\Delta H_r° = -55\ Kj$

س 1-23 اذا كان لديك المعادلات الحرارية الآتية عند درجة درجة حرارة 25 ° C وضغط 1 atm

1) $FeO_{(S)} + H_{2(g)} \longrightarrow Fe_{(S)} + H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r° = 25\ kJ$

2) $3FeO_{(S)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow Fe_3O_{4(S)}$ $\Delta H_r° = -318\ kJ$

3) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r° = -242\ kJ$

احسب $\Delta H_r°$ للتفاعل الاتي

$3Fe_{(S)} + 4H_2O_{(g)} \longrightarrow Fe_3O_{4(S)} + 4H_{2(g)}$ $\Delta H_r° = Kj?$ ج / $\Delta H_r° = -151\ Kj$

س 1 - 25 أحسب $\Delta H_r°$ عند درجة درجة حرارة 25 ° C وضغط 1 atm

$2NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} + 2CH_4 \longrightarrow 2HCN_{(l)} + 6H_2O_{(g)}$

$\Delta H_f°(CH_4) = -75\ KJ/mol$ و $\Delta H_f°(NH_3) = -46\ KJ/mol$

$\Delta H_f°(H_2O)_{(g)} = -242\ KJ/mol$ و $\Delta H_f°(HCN) = 135\ KJ/mol$ ج / - 940 KJ

س 1 - 26 احسب انثالي التكوين القياسية للمركب $HPO_{3(s)}$ اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$P_4O_{10(g)} + 4HNO_{3(g)} \longrightarrow 4HPO_{3(S)} + 2N_2O_{5(g)}$ $\Delta H_r° = -180\ kJ$

$\Delta H_f°(HNO_3) = -174\ KJ/mol$ و $\Delta H_f°(P_4O_{10}) = -2984\ KJ/mol$

و $\Delta H_f°(N_2O_{5(g)}) = -43\ KJ/mol$ ج / - 943.5 KJ / mol

---

س 1- 35 : وزاري 3/2016 (خ) أذا علمت ان حراره الاحتراق لكل من CO و H_2 وCH_3OH هي (284 - ، 286- ، 727-) بوحدات (kJ / mol) على التوالي أحسب حراره التفاعل $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_3OH_{(l)}$ ج / $\Delta Hr° = -129\ kJ$

أسئله وزارية واجب

س وزاري 2016 / 3 أحسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2(l)}$ من عناصره الاساسية باثبت صورها.

$$C_{كرافيت} + 2\,S_{معيني} \longrightarrow CS_2$$

اذا علمت ان انثالبي الاحتراق القياسية بوحدات KJ/mol لكل الكرافيت - 394 kJ/mol والكبريت المعيني - 296 kJ/mol و ل سائل ثنائي كبريتيد الكاربون - 1072kJ/mol

ج / 86 KJ / mol

س وزاري : انثالي احتراق القصدير القياسيه مكونا SnO_2 هي 580.8 KJ / mol - وانثالي الاحتراق القياسيه مكونا SnO تساوي SnO_2 - 294.8 KJ / mol ما قيمه انثالبيه التكوين القياسيه ل SnO

ج / 286 KJ / mol -

س وزاري : اذاعلمت ان حراره احتراق البيوتان(C_4H_{10}) تساوي(878.5K J/mol-)عندما يعطي CO_2 وماء ولكنها تساوي (658.5K J/mol-) عندما يعطي CO_2 وبخارالماء . جد حراره تبخر الماء ؟

ج / $\Delta Hr° = 44$ KJ

س وزاري : عند حرق 1.6 g من الميثان انبعثت مقدارها 89.015 Kj / mol - احسب انثالبيه التكوين القياسيه للميثان علما ان انثالبيه التكوين القياسيه لكل من الماء وغاز CO_2 هي (6 28-؛ 393.5 -) كيلو جول على التوالي علما ان الكتلة الذري ل C= 12 و H =1

ج / $\Delta Hf° = -75.5$ Kj / mol

س : وزاري : التفاعل الغازي الاتي عند 25C°

$$2\,CH_3OH + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_2 + 4H_2O$$

احسب $\Delta H°f$ للكحول CH_3OH اذا علمت ان $\Delta HC°$ للكحول = 726.5 Kj / mol- وان $\Delta Hf°$ لكل من الماء وغاز CO_2 هي (6 28-؛ 393.5 -) كيلو جول على التوالي

ج / $\Delta Hf° = -239$ Kj / mol

س واجب ت : جد أنثالبية التكوين القياسية لغاز الاثلين (C_2H_4) أذا علمت أن درجة الاحتراق القياسية لكل من (H_2 و C و C_2H_4) هي على التوالي مقاسة بوحدات KJ / mol (286- , 394- , 1411-)

ج / 51 kJ

س واجب: جد $\Delta Hf°$ ل Fe_2O_3 من أنثالبيات التفاعلات الاتية :

$$2\,Al_2O_3 \longrightarrow 4\,Al + 3O_2 \qquad \Delta Hr° = 3340 \text{ kJ}$$

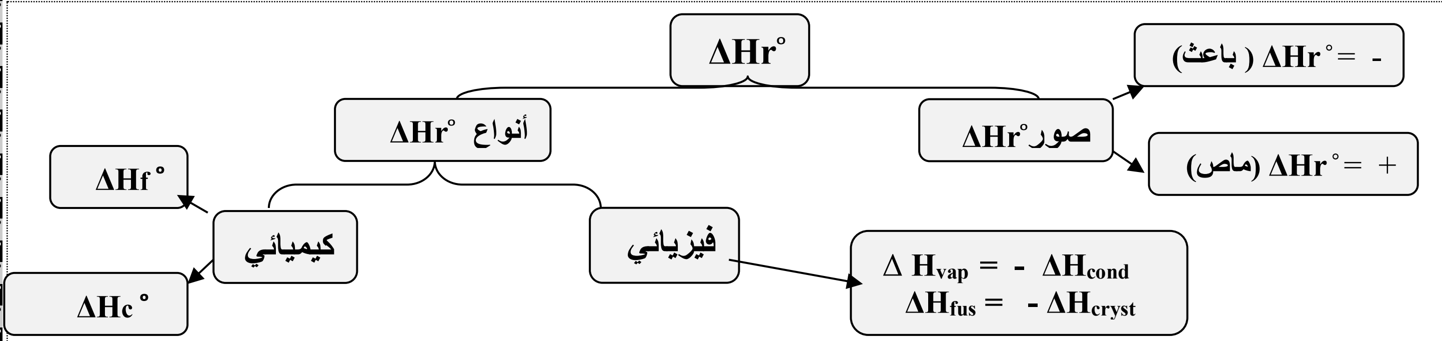
$$2Al + Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3 \qquad \Delta Hr° = -853 \text{ kJ}$$

ج / 817 kJ-

س أثرائي : في مسعر حراري وضعت كمية من الاستيلين C_2H_2 (M = 26 g/mol) فوجد أن كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي (130 Kj-) . أحسب عدد غرامات غاز الاستيلين المحترقة اذا علمت ان أنثالبي الاحتراق القياسية لكل من (H_2 و الكرافيت C) هي على التوالي بوحدة Kj /mol (286- / 394-) وان أنثالبي تكوين مولين من الاستيلين (من عناصره الاساسية) هو 454 Kj

ج / $m_{C_2H_2} = 2.6$ g

مخططات



العمليات التلقائية وغير التلقائية

العملية التلقائية : اي عملية فيزيائية او كيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من اي عامل خارجي.

العمليةغير التلقائية : اي العملية التي لايمكن ان تجري بشكل تلقائي في ظل الظروف نفسها مثل صعود الماء الى اعلى الشلال وتجمع السكر الى شكله الابتدائي

امثلة على العمليات التلقائية الفيزيائية والكيميائية :

1- سقوط الماء من اعلى الشلال، ولكن صعوده اليه مستحيل.
2 - انتقال الحرارة من الجسم الحار الى الجسم البارد، ولكن عكس ذلك لايحدث مطلقاً.
3- يصدأ الحديد تلقائياًعندما يتعرض للاوكسجين وللرطوبة(الماء)ولكن صدأ الحديدلا يمكن ان يتحول تلقائياً الى حديد.
4 - تتفاعل قطعة الصوديوم Na بشدة مع الماء مكونة NaOH وهيدروجين H_2 ولكن H_2 لايتفاعل مع NaOH ليكون الماءوالصوديوم.

التغير بالانثالبي ΔH°_r والعمليات التلقائية

عامل الانثالبي : يشير ان التفاعل التلقائي يتم في الاتجاه الذي يؤدي الى تقليل الطاقة

الميل الطبيعي للتفاعل التلقائي هو ان يحدث بالاتجاه ان يؤدي الى طاقه أقل . حيث يلاحظ ان اغلب التفاعلات التي يرافقها انخفاض في الطاقة اي الانثالبي (ΔH = -) (التفاعلات الباعثة للحرارة) تحدث تلقائياً عند الظروف القياسية

مثال : احتراق غاز الميثان $\Delta H^\circ_r = -890\ kJ$

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

س : ماهو السبب الذي يجعل بعض العمليات تحدث تلقائياً
س : ما سبب انتقال الحرارة من الجسم الساخن الى الجسم البارد، وماسبب سقوط الماء من أعلى الشلال.

ج / ان جميع العمليات التلقائية يرافقها انخفاض في طاقة النظام الكلية
(طاقة اقل تعني اكثر استقراراً .اي ان الطاقة النهائية اقل من الطاقة الابتدائية للنظام)

س : هل ان اي تفاعل تلقائي يجب ان يكون باعثاً للحرارة؟

ج / لان هنالك بعض التغيرات الفيزيائية والكيميائية تكون ماصة للحرارة وتحدث تلقائياً،
مثال : تبخر الماء عملية ماصة للحرارة لكنها تحدث تلقائياً (في درجة حرارة الغرفة)

$$H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_{fun} = 44\ kJ/mol$$

وتفكك أوكسيد الزئبق HgO (غير تلقائي في درجة حرارة الغرفة ولكنه يصبح تلقائيا بالتسخين)

$$2\,HgO_{(S)} \longrightarrow 2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \qquad \Delta H^\circ_r = 91\ kJ$$

س : الانثالبيه لاتستطيع تحديد تلقائيه التفاعل او التحول من عدمها

ج / لان هناك تفاعلات او تحولات ماصه للحراره ومع ذلك تكون تلقائيه وهناك تفاعلات باعثه للحراره ولكنها غير تلقائيه

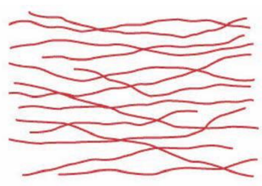
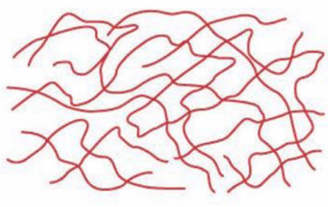
الاستنتاج :

لايمكننا ان نقرر بشكل مطلق فيما اذا كان التفاعل يجري تلقائيا اذا كان باعثاً او ماصاً للحرارة
ان الاهتمام بتغيرات الطاقه فقط لايكفي للتنبوء بتلقائيه التفاعل من عدمها . فلذا اصبح لزاما البحث عن دالة ثرموداينمكية جديدة تسمى بالانتروبي (بالاضافه للانثالبي) كي يتم التنبؤ باتجاه التفاعلات الكيميائيه

الانتروبي (S)

الانتروبي (S) : دالة ثرموداينمكية تصف الى اي مدى تصل درجة لا انتظام النظام .فكلما كان الانتظام قليلاً في النظام (عشوائية اكبر) كانت قيمة الانتروبي كبيرة .وكلما كان النظام اكثرانتظاماً(اقل عشوائية)كانت قيمة الانتروبي صغيرة. وهي مقياس للعشوائية او لاانتظام النظام .ورمزها (S)

عامل الانتروبي : يشير ان التفاعل التلقائي يتم في الاتجاه الذي يؤدي الى زياده العشوائية (حالة اللاانتظام)

وبمعنى اخر يصف الانتروبي مدى التوزيع الغير منتظم للذرات او الجزيئات او الايونات في حيز محدد من الفراغ	 انتظام ↓S ↑	 لاانتظام (عشوائية ↑S ↑)

س : لايمكن ان تقاس القيمةالمطلقة الانتروبي (S)

ج / ان الانتروبي دالة حالة شأنها شأن الانثالبي(تعتمد قيمتها على الحاله الابتدائيه والحاله النهائيه) وانما يقاس التغير الحاصل في الانتروبي.

ا لتغير في الانتروبي ΔS :

$$\Delta S = S_f - S_i$$

S_f الانتروبي النهائية

S_i الانتروبي الابتدائيه

تغير في الانتروبي ΔS :

هي عمليه التحول من حاله الانتظام الى حاله اللانتظام وبالعكس وكما ياتي

أ- اذا كانت $(\Delta S > 0)$ $\Delta S = +$

فان المجموعه في حاله لانتظام (عشوائية) كما في الغازات

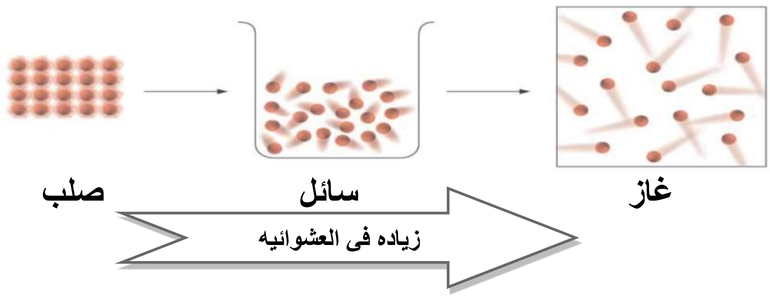
ب)اذا كانت $(\Delta S < 0)$ $\Delta S = -$

فان المجموعه في حاله انتظام (ترتيب)كما في المواد الصلبه

بعض العمليات التي يصاحبها زيادة في الانتروبي.

1 – تحول الماده الصلبه الى الحاله السائله الى الحاله الغازيه (زيادة بالعشوائية)

$$\Delta S_{(S)} < \Delta S_{(l)} < \Delta S_{(g)}$$



2- انصهار ماده صلبه (زياده في العشوائيه) فتزداد الانتروبيه $(\Delta S > 0)$



3- تبخرماده سائله (زياده في العشوائيه) فتزداد الانتروبيه $(\Delta S > 0)$



4- ذوبان مذاب في مذيب

أ – ذوبان المواد الصلبه في محاليلها (زياده في العشوائيه) فتزداد الانتروبيه $(\Delta S > 0)$



ب– ذوبان الغازات في المحاليل يؤدي الى زياده النظام (تقل العشوائيه) فتقل الانتروبيه

4- تسخين المواد (زياده في العشوائيه) فتزداد الانتروبيه $(\Delta S > 0)$



5- عند زياده عدد المولات الناتج بثوت الحاله الفيزيائيه تزداد الانتروبيه $(\Delta S > 0)$

$$\underset{1\ mol}{N_2O_{4(g)}} \longrightarrow \underset{2\ mol}{2NO_{2(g)}}$$

س : تقود عمليه الانصهار الى زياده في الانتروبي

ج / في عملية الانصهار تكون الجزيئات في الحالة الصلبة محصورةفي مواقع ثابتة .وعند الانصهار فان هذه الذرات تبدأ بالحركة لذا تتحرك خارج الشبكة البلورية مما يزيد من عشوائيتها لذا يحدث انتقال في الطور من الانتظام الى اللاانتظام يصاحبه زيادة في الانتروبي .

س : تقود عمليه التبخر الى زياده في الانتروبي

ج / في عملية التبخر تكون الذرات او الجزيئات في الحالة السائله في حاله تجاذب قوي ومنتظمه وعند التبخر (الطور الغازي) تنتشر الذرات والجزيئات في بشكل عشوائي اكثر لملئ فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه. عشوائيتها لذا يحدث انتقال في الطور من الانتظام الى اللاانتظام يصاحبه زيادة في انتروبي النظام

س : الانتروبي في عمليه التبخر اكبر من تلك في عمليه الانصهار

ج / بسبب ان الذرات والجزيئات في الطور الغازي تنتشر بشكل عشوائي اكثر لملئ فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه.

ملاحظه مهمه : ان انتروبيات المواد الصلبه والسائله تتزايد عندما تذوب في مذيبات كالماء بينما تتناقص الانتروبي للغازات عندما تذوب في المذيبات ويكون مقدار عدم الترتيب في المحلول اكبرمما في الحاله الصلبه او السائل النقي واقل مما في الحاله الغازيه

س : تقود العمليات التي تجري في المحلول دائما (كذوبان السكر في الماء) الى زياده في الانتروبي

س : المحلول أكثر لاأنتظام مما للمذيب النقي والمذاب النقي

ج / عندما تذوب بلورات السكر في الماء، يتكسر النظام الهيكلي المنتظم للسكر (المذاب) وكذلك جزء من الانتظام الهيكلي للماء(المذيب) وعليه يكون للمحلول لا انتظام اكثر مما **للمذيب النقي** و**المذاب النقي** معاً.

س : عند اذابة مادة صلبة ايونية مثل كلوريد الصوديوم NaCl فان الزيادة في الانتروبي تحصل نتيجة عاملين هما :

أ - عملية تكوين المحلول(خلط المذاب مع المذيب) ب - تفكك المركب الصلب الى ايونات.

علل وزاري: يزيد التسخين من انتروبي النظام

ج / لان التسخين يزيد الحركات الانتقالية للجزيئات ويزيد من الحركات الدورانية والاهتزازية .فتزداد الطاقة الحركية للجزيئات وعليه ان التسخين يزيد من عشوائية النظام لذا تزداد انتروبي النظام.

مثال 1 :9 وزاري 2017 ت تنبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر او اقل من الصفر للعمليات الاتية :

أ) تجمد كحول الاثيل ب) تبخر سائل البروم

ج) ذوبان الكلوكوز فى الماء د) تبريد غاز النتروجين من $80\ ^\circ C$ الى $20\ ^\circ C$

الحل / أ) بما ان عملية الانجماد تحول تحول من سائل الى صلب (اكثر انتظاماً)

لذا فالتغير في الانتروبي اصغر من الصفر ($\Delta S < 0$) ($\Delta S = -$)

ب) تحول البروم السائل الى بخار البروم يزيد من عشوائية الجزيئات(اقل انتظاماً) وبالتالي

فالتغير في الانتروبي اكبر من الصفر ($\Delta S > 0$) ($\Delta S = +$)

ج) تحول من صلب الى سائل ما يؤدي الى زيادة العشوائية

اي التغير في الانتروبي اكبر من الصفر ($\Delta S > 0$) ($\Delta S = +$)

(يتكسر النظام الهيكلي المنتظم للكلوكوز (المذاب) وكذلك جزء من الانتظام الهيكلي للماء(المذيب) وعليه يكون للمحلول لا انتظام اكثر مما للمذيب النقي والمذاب النقي معاً)

د) يقلل التبريد(من عشوائية النظام) ما يؤدي الى نقصان في الانتروبي ($\Delta S < 0$) ($\Delta S = -$)

س وزاري: الانتروبية لوحدها ليست هي العامل المسير للتفاعل

ج / لان التفاعل الكيميائي لايشتمل فقط على حصول تغير نسبي في انتظام توزيع الذرات او الجزيئات بل يشتمل على تغير في الانثالبية وهذا يعني ان العامل المسير للتفاعل الكيميائي يكون باتجاه محصله هذين العاملين ΔHوΔS والتي تساوي التغير في الطاقه الحره حسب علاقه كبس $\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$

واجب : تمرين 1-10 كيف تتغير انتروبي النظام للعمليات الاتية : أ) تكثف بخار الماء.

ب) تكون بلورات السكر من محلوله فوق المشبع.ج) تسخين غاز H_2 من $20\ ^\circ C$ الى $80\ ^\circ C$ د) تسامي اليود

واجب : س 1-27 / س 1-28 س 1-29

س 2015/1 نازحين : تسخين غاز من $30\ ^\circ C$ الى $90\ ^\circ C$ يؤدي الى ---------- الانتروبي

س واجب ت : أختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح

1- عند زيادة الضغط على غاز في أناء مغلق بدرجة حرارة ثابتة فان قيمة $\Delta^\circ S$ تصبح :

أ- موجبة ب – سالبة ج- صفر

2- للتفاعل الغازي الاتي $2NH_{3(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ فان قيمة $\Delta^\circ S$ للتفاعل :

أ- صفر ب – موجبة ج- سالبة

طاقة كبس الحرة G

هي داله حاله ثرموداينميكيه تنتج لنا التنبؤ بتلقائيه العمليات الفيزيائيه أو الكيميائيه وتمثل الطاقه العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الانثالبي (ΔH) والانتروبي (ΔS)ويرمز لها G ووحدتها Kj /mol

علاقه كبس : هي علاقه تتيح لنا التنبوء بتلقائية التفاعل بشكل ابسط من الاعتماد على أستخدام قيم الانثالبي والانتروبي كُلاً على انفرد .

التنبؤ باتجاه التفاعل ← 1) العامل الاول التغير في الانثالبي (ΔH)
← 2) العامل الثاني التغير في انتروبي (S)

لذا ادخل العالم كبس دالة ثرموداينمكية جديدة سميت باسمه طاقة كبس الحرة ويرمز(G) والتي تصف الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس ΔS و ΔH بثبوت درجة الحرارة والضغط .

$$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$$ (بثبوت درجة الحرارة والضغط) (علاقه كبس)

س وزاري: تعد طاقه الكبس الحره مؤشرا حقيقيا لتلقائيه التفاعلات من عدمها

ج /لانها تتيح لنا التبؤء بتلقائيه التفاعل من عدمها بشكل ابسط من الاعتماد على استخدام قيم الانثالبي (H) والانتروبي (S) كلا على انفراد وذلك من خلال تحديد أشارة ΔGr فاذا كانت موجبة فالتفاعل غير تلقائي واذاكانت سالبة فالتفاعل تلقائي

طرق قياس ΔGr و ΔSr و ΔHr

1)) من العلاقه $\Delta S r° = \Sigma n \Delta S° (P) - \Sigma n \Delta S° (R)$

2) من العلاقه $\Delta Gr° = \Sigma n \Delta G f° (P) - \Sigma n \Delta G f° (R)$

3) من علاقه كبس $\Delta Gr° = \Delta Hr - T \Delta Sr$

4) من العلاقه $\Delta Hr° = \Sigma n \Delta H f° (P) - \Sigma n \Delta H f° (R)$

فائده :
لابد ان نهتم هنا في هذا النوع من الاسئلة بوحدات ΔHr و ΔSr التي يجب ان تكون هي نفسها.لذا لابد ان نحول وحدة J/K.mol الى وحده K J / K . mol

1) حساب التغير في انتروبي القياسي للتفاعلات الكيميائية

يُمكننا علم الثرموداينمك من حساب قيمة الانتروبي المطلقة (S°) لجميع العناصر والمركبات الكيميائية عند الظروف القياسية 25 °C وضغط 1atm والتي يمكن استخدامها لقياس التغير في انتروبي التفاعل القياسية ($\Delta Sr°$) للتفاعل الكيميائي بأستخدام العلاقة الاتية:

$$\Delta Sr = \Sigma n S (Products) - \Sigma n S (Reactants)$$

انتروبي التفاعل ← ΔSr ، مجموع ← Σ ، نواتج ← Products ، عدد مولات ← n ، متفاعلات ← Reactants

ملاحظه : ان الانتروبي القياسيه لاي عنصر لايساوي صفر

مثال 1 : 10 احسب التغير في انتروبي التفاعل القياسية $\Delta Sr°$ للتفاعل التالي عند الظروف القياسية 25 °C وضغط 1atm

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$$

اذا علمت ان $S° (CO_2) = 214$ J/K.mol

$S° (O_2) = 205$ J/K . mol و $S° (CO) = 198$ J/K . mol

الحل /

$$\Delta Sr° = \Sigma n S° (Products) - \Sigma n S° (Reactants)$$
$$\Delta Sr° = [2 S° (CO_2)] - [2 S° (CO) + S° (O_2)]$$
$$\Delta Sr° = [2 \times 214]\ J/K.mol - [2 \times 198+205]\ J / K.mol$$
$$\Delta Sr° = -173\ J / K.mol$$

الاشاره السالبه (خاصيه الانتروبي اقل)

تمرين1 :11 احسب التغير في الانتروبي المطلقة $\Delta Sr°$ للتفاعل التالي عند الظروف $25°C$ وضغط 1atm

$$4Fe_{(S)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe_2O_{3(S)}$$

$S°(O_2) = 205$ J/K.mol / $S°(Fe_2O_3) = 87$ J/K.mol /$S°(Fe) = 27$ J/K.mol — ج/ - 549 J K.mol

س 1 : 27 أحسب ΔS_r^o للتفاعل الاتي عند درجة درجة حرارة $25°C$ وضغط 1 atm

اذا علمت $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

$S°(NH_3) = 193$ J / K.mol / $S°(N_2) = 192$ J / K.mol / $S°(H_2) = 131$ J / K.mol — ج - 199 J / K.mol

س 1 : 32 أحسب ΔS_r^o للتفاعل الاتي عند درجة درجة حرارة $25°C$ وضغط 1 atm

$$SiH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow SiO_{2(s)} + 2H_2O_{(l)}$$

اذا علمت ان $S°(O_2) = 205$ J/K.mol و $S°(SiH_4) = 206$ J/K.mol

$S°(H_2O) = 70$ J/K . mol و $S°(SiO_2) = 42$ J/K . mol — ج / - 434 J / K.mol

س 1 : 33 اذا علمت ان قيمة ΔS_r^o للتفاعل الاتي تساوي 137 J/K.mol عند درجة درجة حرارة $25°C$ وضغط 1 atm وان قيم $S°(O_2) = 205$ J/K.mol فما قيمة S° للاوزون $O_{3(g)}$

$$2O_{3(g)} \longrightarrow 3O_{2(g)}$$

ج / 239 J / K.mol

2) حساب طاقه كبس الحره $\Delta G r°$ من قيم $\Delta G f°$

$$\Delta Gr°° = \Sigma n \Delta G f° (Products) - \Sigma n \Delta G f° (Reactants)$$

حيث n تمثل عدد المولات للمواد المتفاعلة والناتجة اما Σ فتعني مجموع.

$\Delta G F°$ للعناصر الحره وباثبت صورها = صفر وكذلك للجزيئات ثنائيه الذره ($N_2 - H_2 - O_2$ ......)

طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل $\Delta Gr°$	طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية $\Delta Gf°$
وتعرف بأنها التغير في قيمة الطاقة الحرة للتفاعل عندما يجري تحت الظروف القياسية للتفاعل($25°C$ وضغط 1atm) ويرمز لها $\Delta G r°$ وحدتها kJ/mol	وتعرف بأنها مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية بأثبت صورها عند الظروف القياسية عند درجة حرارة ($25°C$ وضغط 1atm) ويرمز لها $\Delta G f°$ ووحدتها kJ/mol

مثال 1 :11 احسب طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل التالي عند الظروف القياسية ($25°C$ وضغط 1atm) وبين هل التفاعل يجري تلقائيا ام لا يجري عند هذه الظروف؟

$$2C_6H_{6(l)} + 15O_{2(g)} \longrightarrow 12CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$$

اذا علمت ان $\Delta G_f^\circ (C_6H_6)_{(l)} = 173$ kJ/mol

$\Delta G_f^\circ CO_{2(g)} = - 394$ kJ/mol و $\Delta G_f^\circ H_2O_{(l)} = - 237$ kJ/mol

الحل /

$$\Delta G°r = [g \Delta G° f (G) + h \Delta G° f (H)] - [a \Delta G° f (A) + b \Delta G° f (B)]$$

$$\Delta G°r = [12 \Delta G° f (CO_2) + 6\Delta G° f (H_2O)] - [2 \Delta G° f (C_6H_6) + 15 \Delta G° f (O_2)]$$

$$\Delta G_r^\circ = [12 \times (-394 \text{ kJ/mol}) + 6 \times (-237 \text{ kJ/mol})] - [2 \times 173 \text{ kJ/mol} + 15 \times 0]$$

$$\Delta G_r^\circ = -6496 \text{ kJ/mol}$$

وبما ان القيمة سالبة فالتفاعل يجري بشكل تلقائي.

واجب

تمرين 1 :12 احسب طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل التالي عند الظروف القياسية ($25°C$ وضغط 1atm) وبين هل التفاعل يجري تلقائيا ام لا ؟

$$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$$

اذا علمت ان $\Delta Gf°\ NO_{(g)} = 87$ kJ/mol و $\Delta Gf°\ NO_{2(g)} = 52$ kJ/mol — ج / - 70 Kj/mol

---

س 1 : 34 عرف طاقه كبس الحره للتكوين القياسيه وماهي وحداتها

س : أحسب $\Delta G° f (NO)$ للتفاعل الآتي عند درجة حرارة $25°C$ وضغط 1 atm

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} \qquad \Delta Gr° = 174 \text{ kJ/mol}$$

الحل /

$$\Delta Gr° = \Sigma n \Delta G° f (P) - \Sigma n \Delta G° f (R)$$

$$\Delta Gr° = 2 \Delta G° f (NO) - [\Delta G° f (N_2) + \Delta G° f (N_2)]$$

$$174 \text{ Kj / mol} = 2 \Delta G° f (NO) - [(0) + (0)]$$

$$\Delta G° f (NO) = \frac{\Delta G°r (NO)}{2} = \frac{174 \text{ Kj / mol}}{2} = 87 \text{ Kj / mol}$$

3) علاقه كبس $\Delta G_r^{\circ} = \Delta H_r^{\circ} - T\,\Delta S_r^{\circ}$ (بثبوت درجة الحرارة والضغط)

أذا تم قياس كل من ΔHr° و عند ΔSr° عند الظروف القياسية (1 atm , 25 C°) وفي هذه تكتب علاقة كبس بالشكل التالي

$$\Delta G_r^{\circ}\ (KJ/mol) = \Delta H_r^{\circ}\ (KJ/mol) - T(K)\ \Delta S_r^{\circ}\ (KJ/K.mol)$$

تدل اشارة طاقة كبس الحرة على الاتي	
ΔG قيمة سالبة $\Delta G < 0$	يعني ان التفاعل او التغير الفيزيائي يجري تلقائيا ⟶
ΔG قيمة موجبه $\Delta G > 0$	يعني ان التفاعل او التغير الفيزيائي يجري غير تلقائي (يحدث بشكل تلقائي بالاتجاه المعاكس) ⟵
ΔG صفر $\Delta G = 0$	يعني ان التفاعل او التغير الفيزيائي في حاله اتزان

فائده :

وحدة درجة الحرارة يجب أن تقاس بالكلفن K $\qquad T\ (K) = t\ (^{\circ}C) + 273 = 25 + 273 = 298\ K$

وحدة $\Delta Sr^{\circ} = J / K.mol$ (جول / كلفن . مول) $\qquad$ وحدة $\Delta Hr^{\circ} = K.J/mol$ (كيلو . جول / مول)

فلابد ان نهتم هنا في هذا النوع من الاسئلة بوحدات ΔHr° و ΔSr° التي يجب ان تكون هي نفسها.لذا لابد ان نحول وحدة ΔSr° J / K.mol الى وحده K J / K . mol (من خلال القسمة على 1000)

مثال1 - 12 : للتفاعل الاتي $C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$:بالاستعانة بالمعلومات الاتية :

المادة	ΔHf° K J /mol	S° J /K.mol
C_2H_5OH	-278	161
O_2	0	205
CO_2	– 394	214
H_2O	-286	70

احسب أ- ΔHr° ب- $T\,\Delta Sr^{\circ}$ ج- ΔGr° عند الظروف القياسيه للتفاعل

الحل /

أ- حساب ΔHr° $\quad \Delta Hr^{\circ} = \Sigma\, n\, \Delta H^{\circ} f\,(P) - \Sigma\, n\, \Delta H^{\circ} f\,(R)$

$$\Delta Hr^{\circ} = [2\,\Delta Hf^{\circ}(CO_{2(g)}) + 3\,\Delta Hf^{\circ}(H_2O_{(l)})] - [\Delta Hf^{\circ}(C_2H_5OH_{(l)}) + 3\,\Delta Hf^{\circ}(O_2)]$$

$$\Delta Hr^{\circ} = [\,2 \times (-394) + 3 \times (-286)\,]\ J/K.mol - [\,-278 + (3 \times 0)]\ K\,J/.mol$$

$$\Delta Hr^{\circ} = -\ 1368\ K\,J/.mol$$

ب- حساب ΔSr° $\quad \Delta S^{\circ} r = \Sigma\, n\, S^{\circ}(P) - \Sigma\, n\, S^{\circ}(R)$

$$\Delta Sr^{\circ} = [2\,S^{\circ}(CO_{2(g)}) + 3\,S^{\circ}(H_2O_{(l)})] - [S^{\circ}(C_2H_5OH_{(l)}) + 3\,S^{\circ}(O_2)]$$

$$\Delta Sr^{\circ} = [\,2 \times (214) + 3 \times (70)\,]\ J/K.mol - [\,161 + (3 \times 205)]\ J/K.mol \quad = -\,138\ J/K.mol$$

$$\Delta Sr^{\circ}\ (K\,J/K.mol) = \Delta Sr^{\circ}\ (J/K.mol) \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ \ (J)}$$

$$\Delta Sr^{\circ}\ (K\,J/K.mol) = -\,138\ (J/K.mol) \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ \ (J)} = -\,0.138\ kJ/K.mol$$

ج – حساب $\Delta G\,r^{\circ}$ $\quad T\ (K) = t\ (^{\circ}C) + 273 = 25 + 273 = 298\ K$

$$\Delta G_r^{\circ} = \Delta H_r^{\circ} - T\,\Delta S_r^{\circ}$$

$$\Delta G_r^{\circ} = -\,1368\ kJ/mol - 298\ K \times (-\,0.138\ kJ/K.mol) = -\,1328\ kJ/mol$$

ΔGr° سالبة فالتفاعل تلقائي

س وزاري 2014 : (دور ثاني) : احسب التغير في الطاقه الحره القياسيه لتكوين احادي اوكسيد الكاربون (CO) للتفاعل الغازي $2\,CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2\,CO_{2(g)}$ عند درجه حراره 25 وضغط 1atm اذا علمت ΔS_r° للتفاعل= -173j / Kmol وان $\Delta H^{\circ}r$ = - 566 KJ /mol وان $\Delta Gf^{\circ}(CO_2)$ = - 394 KJ /mol

الحل /

$$T\ (k) = 25 + 273 = 298\ K$$

$$\Delta Sr^{\circ}\ (K\,J/K.mol) = -\,173\ (J/K.mol) \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ \ (J)} = -\,0.13\ kJ/K.mol$$

$$\Delta G_r^{\circ} = \Delta H_r^{\circ} - T\,\Delta S_r^{\circ}$$

$$\Delta G_r^{\circ} = -\,566\ kJ/mol - 298\ K \times (-\,0.173\ kJ/K.mol) = -\,514.5\ kJ/mol$$

$$\Delta Gr^{\circ} = \Sigma\, n\, \Delta G^{\circ} f\,(P) - \Sigma\, n\, \Delta G^{\circ} f\,(R)$$

$$-\,514.5\ kJ/mol = [\,2 \times -394\,] - [(2\Delta G^{\circ}f\,(CO)] \Longrightarrow (-\,2\Delta G^{\circ}f\,CO) = 788 - 514.5$$

$$\Delta G^{\circ}f\,(CO) = \frac{273.5}{-2} = -137.\ Kj/mol$$

تمرين 1-13 أحسب ΔGr° للتفاعل التالي عند الظروف القياسية ($25\ ^\circ C$ وضغط 1atm) $C_5H_{12\,(l)} + 8\,O_{2\,(g)} \longrightarrow 5CO_{2\,(g)} + 6\,H_2O_{(l)}$
حيث تم حساب ΔHr° للتفاعل من قيم انثالبي التكوين القياسية وكانت تساوي $\Delta Hr^\circ = -3536\ kJ/mol$.
وكذلك تم حساب ΔSr° وكانت تساوي $\Delta Sr^\circ = 374\ J/K.mol$ ج / - 3647.5 Kj/mol

---

تمرين 1 : 14 اذا كان لدينا التفاعل الاتي : $HCOOH_{(l)} \longrightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(l)}$
فاذا كانت قيمة ΔHr° للتفاعل تساوي 16 kJ/mol والتغير في الانتروبي ΔSr° يساوي 234. J/K.mol احسب قيمة التغير في الطاقة الحرة القياسية للتفاعل عند الظروف القياسية ($25\ ^\circ C$ وضغط 1atm) وهل التفاعل تلقائي ام لا ؟ ج / - 53.7 Kj/mol

---

س 1- 15 : جد قيمه ΔGr للتفاعل $2\,CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2\,CO_{2\,(g)}$ الذي يجري بالظروف القياسيه أذا أعطيت المعلومات الاتيه : $\Delta H_f^\circ\,(CO_2) = -393.5KJ\ /\ mol$ و $\Delta H_f^\circ\,(CO) = -110.5\ KJ\ /\ mol$
$S^\circ\,(CO_2) = 214\ J\ /\ K\,.\,mol$ و $S^\circ\,(O_2) = 205\ J\ /K\,.\,mol$
و $S^\circ\,(CO) = 198\ J\ /\ K\,.\,mol$ ج / - 514.4 KJ

س 1- 24 : تفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادله التاليه $CaCO_{3\,(s)} \longrightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$
علما ان $\Delta\,S\,r^\circ$ للتفاعل 160 J / K. mol فاذا علمت ان ΔH_f° لكل من $CO_{2(g)}$ / $CaO_{(S)}$ / $CaCO_{3\,(s)}$
هي على التوالي (393.5- , 635- , 1207-) بوحدات KJ / mol جد :
1) $\Delta\,Hr^\circ$ للتفاعل ثم ارسم مخطط للطاقه 2) $\Delta\,Gr^\circ$ 3) درجه الحراره التي سيصبح عندها التفاعل تلقائي
ج : 1) 178.5 2) 130.8 3) اكبر من 1115.6 K

س 1 – 31 للتفاعل $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$
أحسب قيمه ΔSr° للتفاعل بوحدات J / K.mol علما ان
$\Delta Gf^\circ\ H_2O_{(l)} = -228\ kJ/mol$ و $\Delta Hf^\circ\ H_2O_{(g)} = -242\ kJ/mol$ ج / - 9 4 J / K.mol

---

س واجب ت : ألتفاعل الغازي $N_2 + 2O_2 \longrightarrow 2NO_2$ أحسب
أ - ΔGr° مبينا هل يحدث التفاعل أم لا ولماذا ؟
ب - ΔHr° مبينا هل يحدث التفاعل ماص للحرارة أم باعث ولماذا ؟
ج - ΔSr° مبينا هل يحدث التفاعل يتحول الى حالة أكثر أنتظاما أم أقل أنتظاما ولماذا ؟
علما بأن ΔGf° و ΔHf° ل NO_2 هي على التوالي مقاسة بوحدات KJ/mol (43 , 52)

س واجب ت : $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(S)}$ وجد أن $\Delta H = 6\ kJ$ و $\Delta S = 22\ J/K.moh$ بين ذلك رياضيا مع ذكر السبب في أي درجة حرارية من الدرجات الاتية يكون تحول الجليد الى سائل تلقائيا (250K ام 300K) ج /عند300K تلقائي $\Delta G_r^\circ = -0.6$

س واجب ت التفاعلات الاتية عند $25^\circ C$
$\Delta Hr^\circ = -91.34\ kJ$ و $\Delta Gr^\circ = -103.72\ kJ$ $CCl_{4(L)} + H_{2(g)} \longrightarrow HCl_{(g)} + CHCl_{3(L)}$
$\Delta Hr^\circ = 235.8\ kJ$ و $\Delta Gr^\circ = 195.7\ kJ$ $3\,Fe_2O_3 \longrightarrow 2\,Fe_3O_4 + \frac{1}{2}\,O_2$
على فرض أن ΔHr° و ΔSr° لكلا التفاعلين لاتتغير عند تغير درجة الحرارة جد
أ – $\Delta\,Gr$ للتفاعل الاول عند $65^\circ C$ ج : أ - -105 kJ
ب – $\Delta\,Gr$ للتفاعل الثاني عند 1000K ج : ب - 102 kJ

س واجب ت : للتفاعل $2O_3 \longrightarrow 3O_2$ عند $25^\circ C$ وضغط 1atm قيمة
$S^\circ\ O_2 = 205\ J/k.mol$ و $S^\circ\ O_3 = 239\ J/k.mol$ و $\Delta G_f^\circ\ O_3 = 163\ kJ/\ mol$
أحسب $\Delta H_f^\circ\ O_3$ ج / 142.6 kJ/ mol

س وزاري 2015/2 (خارج)اذا كان لدينا التفاعل الاتي : $HCOOH_{(l)} \longrightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(l)}$ في درجه $25\ ^\circ C$
فاذا كانت قيمة ΔHr° للتفاعل تساوي 16 kJ/mol و ΔSr° يساوي 234 J/K.mol
و $\Delta Gf^\circ\ H_2O_{(l)} = -237\ kJ/mol$ و $\Delta Gf^\circ\ CO_{(g)} = -137\ kJ/mol$ أحسب $\Delta Gf^\circ\ HCOOH_{(l)}$ ج/ -320 kJ/mol

---

س : وزاري: أحسب حراره تفكك غاز كلوريد الهيدروجين في درجه $25\ ^\circ C$ علما ان ΔGf° لغاز $HCl = -95.3\ Kj\ /\ mol$
و ان $\Delta Sr^\circ = 10\ j\ /\ mol.\ K$ للتفاعل $HCl \longrightarrow \frac{1}{2}\,H_2 + \frac{1}{2}\,Cl_2$ ج / $\Delta Hr^\circ = 92.32\ kj\ /\ mol$

س : وزاري:احسب التغير في الطاقه الحره القياسيه للتفاعل التالي $2\,CO_{(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + C_{(gra)}$
وما مقدار التغير في الانتروبي في درجه $25\ ^\circ C$ لهذا التفاعل اذا علمت
$\Delta Gf^\circ\ CO = -137.3\ Kj\ /\ mol$ و $\Delta Gf^\circ\ CO_2 = -394.4\ Kj\ /\ mol$
$\Delta Hf^\circ\ CO = -110.5\ Kj\ /\ mol$ و $\Delta Hf^\circ\ CO_2 = -393.5\ Kj\ /\ mol$ وهل التفاعل تلقائي ام لا
ج / $\Delta Sr^\circ = -0.176\ j\ /\ K\ mol.$ و $\Delta\,Gr = 119$

س : وزاري: أحسب ΔSr° للتفاعل الغازي في درجه $25C^\circ$ $H_2 + F_2 \longrightarrow 2HF$
علما ان ΔHf° ل $HF = -273\ Kj\ /\ mol$ و ان $\Delta Gf^\circ\ HF = -275\ Kj\ /\ mol$ ج / 0.01 kj / K.mol

---

س :خارجي اذا علمت ان ΔGf° لسائل الماء = $-237.128\ Kj\ /\ mol$ وان ΔSr° للتفاعل التالي $-328\ j\ /\ k\ mol$
$2H_{2\,(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$
وان ΔHf° للجليد $(H_2O) = -292\ Kj\ /\ mol$ جد ΔHr° لا نصهار مول واحد من الجليد ج / 6 Kj / mol

رحلة التفوق في السادس

تطبيقات معادلة كبس واتجاه سير التفاعلات الكيميائية

تُعَدُّ معادلة كبس معادلة مهمة جدا عند تطبيقها على التفاعلات الكيميائية، وذات علاقة وثيقة بالتغيرات التي تحدث في خواص النظام :

$\Delta G = (\Delta H) - (T\,\Delta S)$ في ظروف غير قياسية

. يتضمن التغير في الطاقة الحرة ΔG حسب معادلة كبس عاملين مهمين يؤثران على تلقائية التفاعل الكيميائي.

العاملين الواجب توفرهما حتى تكون العملية تلقائية بغض النظر عن تأثير درجة الحرارة

العامل الاول : قيمه $\Delta H = -$ (تفاعل باعث للحراره) ⟸ $\Delta G = -$ (عمليه تلقائيه)

العامل الثاني : قيمه $\Delta S = +$ (عدم أنتظام) ⟸ $\Delta G = -$ (عمليه تلقائيه)

وسبب ذلك يعود الى وجود ΔS ضمن الحد $(-T\Delta S)$

ملاحظة : القيمة المطلقة $(T\Delta S)$ تزداد بارتفاع درجة الحرارة وتنخفض بانخفاض درجة الحرارة

الجدول التالي يوضح العوامل المؤثرة على أشارة ΔG في العلاقة $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$:

ΔS ΔH	ΔG	أمثلة
$\Delta G = (\Delta H) - T(\Delta S)$ ؛ $\Delta H = +$ ، $\Delta S = +$ ؛ $+$ أو $-$ $= (+) \quad (-)$	يجري التفاعل تلقائيا عند درجات الحراره العاليه (بالتسخين) لان الحد $(-T\Delta S) < (\Delta H)$ التفاعل غير تلقائي عند درجات الحراره المنخفضة لان الحد $(-T\Delta S) > (\Delta H)$	$2HgO_{(S)} \rightarrow 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$
$\Delta G = (\Delta H) - T(\Delta S)$ ؛ $\Delta H = +$ ، $\Delta S = -$ ؛ $(+)$ دائما $= (+) \quad (+)$	ΔG تكون موجبه دائما التفاعل (غيرتلقائي) في جميع درجات الحراره	$3O_{2(g)} \rightarrow 2\,O_{3(g)}$
$\Delta G = (\Delta H) - T(\Delta S)$ ؛ $\Delta H = -$ ، $\Delta S = +$ ؛ $(-)$ دائما $= (-) \quad (-)$	ΔG تكون سالبه دائما التفاعل (تلقائي) في جميع درجات الحراره	$2H_2O_{2(l)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$
$\Delta G = (\Delta H) - T(\Delta S)$ ؛ $\Delta H = -$ ، $\Delta S = -$ ؛ $+$ أو $-$ $= (-)$ أو $(+)$	التفاعل تلقائي عند خفض درجه الحراره كون الحد $(T\Delta S) > (-\Delta H)$ التفاعل غير تلقائي درجات الحراره العاليه كون الحد $(T\Delta S) < (-\Delta H)$	$NH_{3\,(g)} + HCl_{(g)} \rightarrow NH_4Cl_{(S)}$

بعض العمليات التي يصاحبها تغير في ΔH	بعض العمليات التي يصاحبها تغير في ΔS
1- عمليه التبخير والانصهار (ماصه للحراره) وتفاعلات التفكك	1 – $\Delta S(s) < \Delta S(l) < \Delta S(g)$ (زياده في الانتروبيه)
2 - عمليه التكثيف والتبلور (باعثه للحراره) وتفاعلات اتحاد العناصر لتكوين المركبات	2- ذوبان مذاب في مذيب
	أ – ذوبان المواد الصلبه في محاليلها (زياده في الانتروبيه)
	ب– ذوبان الغازات في المحاليل (تقل الانتروبيه)
	3- تسخين المواد (زياده في الانتروبيه)
	4- عند زياده عدد المولات الناتج بثوت الحاله الفيزيائيه (تزدادالانتروبيه)

أمثلة :

س1/ س وزاري 2014 : (تمهيدي) : ذوبان ملح الطعام في الماء تلقائيه ويصاحب العمليه أمتصاص حراره بين ذلك

ج /

$NaCl_{(S)} \xrightarrow{\text{أمتصاص}} NaCl_{(aq)}$

تلقائيه ⟵ $\Delta G = -$

(لان عملية الذوبان تتم)

(ماصه للحرارة) ⟵ $\Delta H = +$

(زياده في العشوائيه) ⟵ $\Delta S = +$

لان النظام عند الذوبان يتحول (صلب) ⟵ (محلول)

وعند التطبيق على علاقه كبس

$-\Delta G = (\Delta H) - T(\Delta S)$

$= (+) - (+)$

$= (+) \quad (-)$

تكون قيمه $\Delta G = -$ والعمليه تلقائية

لان قيمة $(\Delta H < -(T\Delta S))$

س2/ عمليه تبخر الماء تلقائيه في درجة الحراره الاعتياديه علل ذلك على ضوء علاقه كبس $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$

ج / تلقائي ⟵ $\Delta G = -$

(لان عملية تبخر الماء تتم)

(ماصه للحرارة) ⟵ $\Delta H = +$

(لان العملية التحلل تحتاج الى حراره)

(زياده في العشوائيه) ⟵ $\Delta S = +$

لان النظام عند التبخر يتحول من انتظام الى لاانتظام

وعند التطبيق على علاقه كبس

$-\Delta G = (\Delta H) - T(\Delta S)$

$= (+) - (+)$

$= (+) \quad (-)$

تكون قيمه $\Delta G = -$ والعمليه تلقائيه

لان قيمة $(\Delta H < -(T\Delta S))$

س3 وزاري: التفاعل الغازي الاتي غير تلقائي في درجه الحراره الاعتياديه $C_2H_{6(g)} \longrightarrow 2C_{(S)} + 3H_{2(g)}$ فسر ذلك في ضوء علاقه كبس وماذا تقترح لكي يتحول الى تلقائي

ج / غير تلقائيه ⟵ $\Delta G = +$

(ماصه للحرارة) ⟵ $\Delta H = +$

(لان عملية التفكك تحتاج الى حراره)

(زياده في العشوائيه) ⟵ $\Delta S = +$

وعند التطبيق على علاقه كبس

$+\Delta G = (\Delta H) - T(\Delta S)$

$+\Delta G = (+) - (+)$

$+\Delta G = (+) \quad (-)$

$\Delta G = +$ والعملية غير تلقائية

لان قيمه $+\Delta H > -(T\Delta S)$

الاقتراح : يتم رفع درجه الحراره لتكون $\Delta H < -(T\Delta S)$
وعليه تكون قيمه $\Delta G = -$ والعمليه تلقائيه

س4 وزاري/ بين متى يكون لزياده درجه الحراره تاثيرعلى تلقائيه اوعدم تلقائيه التفاعل استنادالى علاقه كبس

ج / عندما تكون الاشارات متشابهه ل ΔH و ΔS

الحالة الاولى : اذ كانت $\Delta H = +$ و $\Delta S = +$ (الاشارات متشابهه)

$\Delta G = (\Delta H) - T(\Delta S)$

$\Delta G = (+) - (+)$

$\Delta G = (+) \quad (-)$

عندما تكون $+\Delta H > -(T\Delta S)$ تكون $\Delta G = +$

وبزيادة درجة الحرارة تصبح $\Delta H < -(T\Delta S)$

وتصبح $\Delta G = -$ والتفاعل تلقائي

الحالة الثانية : اذ كانت $\Delta H = -$ و $\Delta S = -$ (الاشارات متشابهه)

$\Delta G = (\Delta H) - T(\Delta S)$

$\Delta G = (-) - (-)$

$\Delta G = (-) \quad (+)$

عندما تكون $-\Delta H > +(T\Delta S)$ تكون $\Delta G = -$

وبزيادة درجة الحرارة تصبح $-\Delta H < +(T\Delta S)$

وتصبح $\Delta G = +$ والتفاعل غير تلقائي

س 1 – 37 : علل مايأتي على ضوء علاقه كبس $(\Delta G = \Delta H - T\Delta S)$

1 - عمليه انصهار الجليد تلقائيه بالظروف الاعتياديه
2 - لايتحلل الماء الى عناصره الاوليه بالظروف الاعتياديه
3 – يذوب غاز ثنائي اوكسيد الكبريت في الماء تلقائيا ويبعث حراره أثناء عمليه الذوبان
4 - لاتتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحراره الاعتياديه
5 – تفكك اوكسيد الزئبق II يكون تلقائي دائما عند درجات الحراره العاليه

أسئلة واجب ت

1 – ينجمد الماء تلقائيا بدرجات الحرارة المنخفضة جدا وليس بدرجات الحرارة الاعتيادية
2 – يتحلل الاوزون الى الاوكسجين تلقائيا عند درجات الحرارة جميعها
3 - بعض الاملاح تذوب في الماء تلقائيا بالرغم من ان عملية ذوبانها تصاحبها أمتصاص حرارة

س وزاري 2014 : عمليه انجماد الماء غير تلقائيه في الظروف الاعتياديه وضح ذلك وفق علاقه كبس

س : وزاري : يستخلص السليكون باختزال اوكسيده حسب التفاعل الماص للحراره
$SiO_{2(S)} + 2C_{(S)} \longrightarrow Si_{(S)} + 2CO_{(g)}$ لايتم هذا التفاعل في درجات الحرارة الاعتيادية وضح ذلك في ضوء علاقه كبس

س وزاري : تفاعل باعث للحراره وفي مستوى عالي من الانتروبيه هل يكون تلقائي في جميع درجات الحراره

س وزاري: هل يمكن للتفاعل الماص للحراره الاتي ان يكون تلقائيا عد خفض درجه الحراره او رفعها ولماذا
$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH_{3(g)} + HCl_{(g)}$

بعض أستخدامات علاقة كبس

أولا : ايجاد درجه الحراره التي تجعل التفاعل تلقائيا

1 – نجد درجه الحراره التي تكون فيها قيمة $\Delta G_r = 0 \ KJ/mol$ (عند الاتزان)

2 – اذا كانت قيمه $\Delta H = + / \Delta S = +$ ⟵ يجب تسخين التفاعل (لتكون $\Delta H < -\Delta S$) وجعل $\Delta G_r = -$

$\Delta H = - / \Delta S = -$ ⟵ يجب تبريد التفاعل (لتكون $-\Delta H > T\Delta S$)وجعل $\Delta G_r = -$

ملاحظة : عند تطبيق علاقة كبس في هذه المسائل تكون قيم $\Delta S°$ و $\Delta H°$ مقاسة في درجة $25\ C°$ وفي هذا النوع من المسائل تم أعتبار $\Delta S°$ و $\Delta H°$ قيم ثابتة لاتتأثر بدرجة الحرارة رغم انها تتأثر بتغير درجة الحرارة

س : أحسب درجه الحراره التي تجعل تفكك كربونات الكالسيوم تلقائيا $CaCO_{3(S)} \longrightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$
اذا علمت ان ΔHr هذا التفاعل $= +178.3\ KJ$ و $\Delta S = +160\ J/K\ mol$

الطريقه الاولى:

نجد درجة الحرارة التي تكون قيمة $\Delta G_r = 0$ عند الاتزان.

$\Delta G_r = \Delta H - T\Delta S$

$0 = (178,3KJ/mol) - [T \times (0.160\ KJ/K\ mol)]$

$178,3\ KJ/mol = T \times 0.160\ KJ/K\ mol$

$T = \frac{178,3\ KJ/mol}{0.160\ KJ/k\ mol} \quad 1111.4$

يصبح التفاعل تلقائي بتسخينه بحيث تكون $T > 1111.4\ K$

(لتكون $\Delta H < -\Delta S$) وجعل التفاعل تلقائي $\Delta G_r = -$

طريقه ثانيه : لكي يكون التفاعل تلقائي $\Delta G_r = -$

$-\Delta G_r = (+\Delta H) - T(+\Delta S)$

$-\Delta G_r = (+\Delta H) - T(\Delta S)$

يجب ان تكون $\Delta H < T\Delta S$

$(178,3\ KJ/mol) < T\ 0.160\ KJ/K\ mol$

وبقسمه طرفي المتباينه على $0.160\ KJ/K\ mol$

$T > 1111.4\ K$ الدرجه التي يصبح فيها التفاعل تلقائيا

واجب

س 36-1 : جد درجة الحرارة التي ستصبح عندها التفاعلات الآتية تلقائية اذا علمت قيم لها ΔH و ΔS

التفاعل A : $\Delta H = +126$ KJ /mol / $\Delta S = +48$ J / K.mol

التفاعل B : $\Delta H = -12$ KJ /mol / $\Delta S = -105$ J / K.mol

ج / A : اكبر من 2625 K
B : اقل من 114.3 K

س 37-1 : من قيم ΔH و ΔS تنبأ بأي التفاعلين الآتيين يكون التفاعل تلقائياً عند درجة درجة حرارة 25 ° C وضغط 1 atm

التفاعل A : $\Delta H = 11$ KJ /mol / $\Delta S = 30$ J / K.mol

التفاعل B : $\Delta H = 2$ KJ /mol / $\Delta S = 113$ J / K.mol

ج / A : غير تلقائي 366.7K
B : تلقائي

اذا لم يكن كل من التفاعلين تلقائيا عند درجة درجة حرارة 25 ° C وضغط 1 atm فباي درجه حراره قد يكونا تلقائيئين

س واجب ت : $H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2O_{(S)}$ وجد أن $\Delta H = 6$ kJ و $\Delta S = 22$ J/K.moh بين ذلك رياضيا مع ذكر السبب في أي درجة حرارية من الدرجات الاتية يكون تحول الجليد الى سائل تلقائيا (300K ام 250K)

ج / 300K

ثانيا : حساب انتروبي التغيرات الفيزيائية

ان **درجة حرارة الانصهار ودرجة حرارة الغليان** هما درجتان حراريتان يحدث عندهما **اتزان** بين ضغط بخار الماء مع الضغط الجوي

س : تكون قيمة $\Delta G = 0$ (عند درجه الانصهار والغليان) علل ذلك ؟

ج / لان المجموعه التي في حاله توازن يكون ميلها لتغيرفي اتجاه معين يكون مساويا لميلها للتغير في الاتجاه المعاكس

ملاحظه : **قيمة $\Delta G° \neq 0$ في الظروف القياسية (لان درجه الحراره تكون عند 25C °)**

علاقة كبس عند الاتزان والتحولات الفيزيائيه (الانصهار – غليان – تبخر – تكثيف - تسامي) :

$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$ $0 = \Delta H_{tr} - T_{tr}\,\Delta S_{tr}$ ومنها نحصل على ان : $\Delta S_{tr} = \dfrac{\Delta H_{tr}}{T_{tr}}$ حيث ΔH_{tr} = انثالبي الانتقال T_{Tr} = درجه حراره الذوبان (الانتقال)	سائل ⇄ صلب (أنصهار / انجماد) سائل ⇄ غاز (تكثيف / تبخر)	درجه انصهار الجليد=درجه انجماد الماء = 0 °C درجه غليان الماء = 100 °C

في عمليه الانصهار تكون العلاقه بالشكل التالي	في عمليه التبخر تكون العلاقه بالشكل التالي
$\Delta S\ fus = \dfrac{\Delta H\ \ fus}{T\ m}$	$\Delta S\ vab = \dfrac{\Delta H\ \ vap}{T\,p}$
ΔH fus انثالبي الانصهار	ΔH vap انثالبي التبخر
T m درجة حراره الانصهار	Tb بدرجة حراره الغليان
m من melting وتعني انصهار	b من boiling وتعني غليان

هناك تغير فيزيائي اخر لم يتم التطرق اليه وهو تحول المادة من حالتها الصلبة الى الحالة الغازية مباشرة دون المرور بالحالة السائلة ويدعى هذا التغير بالتسامي (Sublimation) وتساوي انثالبي التسامي مجموع انثالبيات الانصهار والتبخر لكونها دالة حالة.

علاقة تروتن

لاحظ العالم تروتن ان قيمة ΔS_{vab} لاغلب السوائل تساوي قيمة ثابتة هي (85 J/K.mol) لذا تصبح المعادلة الاخيرة بالشكل الاتي :

$$\Delta S_{vap} = (85\ J/K.mol) = \frac{\Delta H\ \ vap}{T\,p}$$ علاقة تروتن

و هذه العلاقة تسمى معادلة تروتن التي تستخدم لحساب انثالبي التبخر للسوائل من معرفة درجة حرارة غليانها

مثال 1-12 وزاري 2014 / 2 احسب انثالبي التبخر ΔH_{vab} للهكسان عند الاتزان بوحدة kJ/mol اذا علمت ان درجة غليانه تساوي 69° C

الحل / نحول درجة الحرارة من وحدة ° C الى وحدة الكلفن K

$$T\ (K) = t\ (^\circ C) + 273 = 69 + 273 = 342\ K$$

ومن علاقة تروتن

$$\Delta S_{vab} = \frac{\Delta H\ \ vab}{T\,b} = (85\ J/K.mol)$$

$$\Delta H_{vap} = 85\ (J/K.mol) \times T_b\,(K) = 85 J/K.mol \times 342\ K = 29070\ J/mol$$

ونحول وحدة J/mol الى وحدة kJ/mol كالاتي

$$\Delta H_{vap}\ (K\ J\ /.\ mol) = \Delta H_{vap}\ (J\ /.mol) \times \frac{1\ (K\ J)}{1000\ \ (J)}$$

$$\Delta H_{vap}\ (K\ J\ /\ K\ .\ mol) = 29070\ (J\ /.mol) \times \frac{1\ (K\ J)}{1000\ \ (J)} = 29\ kJ/K.mol$$

س : احسب انثالبي التبخر ΔH_{vab} الماءعند الاتزان بوحدة اذا علمت $\Delta S_{vap} = 118\ J/\ kmol$

الحل /

$$T\ (K) = t\ (^\circ C) + 273 = 100 + 273 = 373K$$

$$\Delta\ S\ _{Vap}\ (K\ J\ /\ K\ .\ mol) = \Delta\ S\ _{Vap}\ (J\ /\ K.mol) \times \frac{1\ (K\ J)}{1000\ \ (J)}$$

$$\Delta\ S\ _{Vap}\ (K\ J\ /\ K\ .\ mol) = 118\ \ (J\ /\ K.mol) \times \frac{1\ (K\ J)}{1000\ \ (J)} = 0.118\ \ kJ/K.mol$$

$$\Delta S\ vab = \frac{\Delta H\ \ vab}{T\,b} \qquad 0.118\ \ kJ/K.mol = \frac{\Delta H\ \ vab}{373K}$$

$$\Delta H_{vap}\ (K\ J\ /.\ mol) = 0.118\ \ kJ/K.mol \times 373K = 44\ kJ/mol$$

واجب

تمرين 1 - 15 وزاري 2013 احسب التغيير في الانتروبي للتحول الاتي

$$H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_2O_{(g)}$$

$\Delta H_{vap} = 44$ kJ/mol عند درجة غليان الماء 100 °C

ج / $\Delta S_{vap} = 118$ J/ kmol

وزاري2016 : قيمة التغير في الانتروبي لتبخر الماء في درجة غليانه تساوي -------علما ان حرارة تبخر الماء ΔH_{vap} = 44 kJ/mol

---

س واجب ت : ما قيمة ΔS_r لانصهار الجليد بوحدات J/ k mol اذا علمت أن أنثالبية التكوين القياسية للماء تساوي -286 KJ / mol وأنثالبية التكوين القياسية للجليد تساوي -292 KJ / mol

ج 22 J / k.mol

س : وزاري اذا علمت ان حراره تبخير الامونيا تساوي 23.3 Kj / mol وان ΔS لتبخرالامونيا NH_3 = 97.2 J /k mol
احسب درجة غليان الامونيا المئويه عندما تكون الامونيا السائله في حاله اتزان مع الامونيا في الحاله الغازيه

ج / 33.3 C

س وزاري : احسب ΔS لانصهار الجليد اذا علمت ان ΔH = 6 Kj / mol

ج / 0.02 Kj / kmol



مخططات

حساب ΔHr° الطريقة الغيرالمباشرة	حساب ΔHr° الطريقة المباشرة
حساب ΔHr° $\Delta Hr^\circ = \Sigma n \Delta Hf^\circ_{(P)} - \Sigma n \Delta Hf^\circ_{(R)}$ $\Delta Hr = \Delta Hf \times n$ قانون هيس $\Delta Hr = (\Delta Hr_1{}^\circ + \Delta Hr_2{}^\circ + \Delta Hr_3{}^\circ)$ $\Delta Hr = \Delta Hc \times n$ $\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T \Delta Sr^\circ$ $\Delta Gr^\circ = \Sigma n \Delta Gr f^\circ_{(P)} - \Sigma n \Delta Gr f_{(R)}$ $\Delta S^\circ = \Sigma n \Delta S^\circ_{(P)} - \Sigma n \Delta S_{(R)}$	$\Delta Hr = q_P$ $q = C . \Delta T$ $q_{(J)} = \varsigma \times m_{(g)} \times \Delta T$ (1) من المسعر (2)

القوانين المستخدمه :

العلاقه الرياضه للقوانين	القوانين
$1 J = 1 kg . m^2 / S^2$	وحده قياس الطاقه
$T (K) = t (^\circ C) + 273$	وحده قياس درجه الحراره
$\Delta T = T - T$	التغير في درجه الحراره
$q = C . \Delta T$	كميه الحراره = السعه الحراريه × التغير في درجة الحراره
$C = \varsigma \times m_{(g)}$	السعه الحراريه = الحراره النوعيه × الكتله
$q (J) = \varsigma (J/g . ^\circ C) \times m_{(g)} \times \Delta T (C)$	كميه الحراره بدلاله الحراره النوعيه
$\Delta Hr = \Delta H_P - (\Delta H)_R$	التغير في الانثالبي
$\Delta Hr = q_P$	التعبير بالانثالبي
$\Delta Hf^\circ = \frac{\Delta Hr^\circ}{\text{عدد المولات المتكونه}}$	انثالبي التكوين القياسية °
$\Delta Hc^\circ = \frac{\Delta H r^\circ}{\text{عدد المولات المحترق حرقا تاما بالاوكسجين}}$	انثالبي الاحتراق القياسية ا
ΔH_{fus} (انثالبي الانصهار) $= - \Delta H_{cryst}$ (انثالبي الانجماد)	ΔH_{vap} (انثالبي التبخر) $= - \Delta H_{cond}$ (انثالبي التكثيف)
$\Delta Hr^\circ = \Sigma n \Delta Hf^\circ_{(P)} - \Sigma n \Delta Hf^\circ_{(R)}$	قياس انثالبي التفاعل باستخدام قيم انثالبي التكوين القياسية
$\Delta Sr^\circ = \Sigma n S^\circ_{(P)} - \Sigma n S^\circ_{(R)}$	حساب التغير في الانتروبي
$\Delta Gr^\circ = \Sigma n \Delta G f^\circ_{(P)} - \Sigma n \Delta G f^\circ_{(R)}$	حساي طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل باستخدام طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية
$\Delta Gr^\circ = \Delta Hr^\circ - T \Delta Sr^\circ$	علاقه كبس

المفاهيم الاساسية

وحدة الجول : هي وحدة الطاقة حسب النظام الدولي للوحدات ويرمز له بالرمز (J)

درجة حرارة كلفن

هي درجة الحرارة بوحدات الكلفن ووحداتها حسب النظام الدولي للوحدات هي ويرمز بالرمز (T)

النظام : النظام الثرموداينمكي هو ذلك الجزء من الكون الذي نهتم بدراسته يتكون من المادة او المواد المشتركة في حدوث تفاعل كيميائي او تغير فيزيائي

المحيط : كل مايحيط بالنظام ويؤثر عليه من التغيرات فيزيائية او كيميائية.

المجموعة

يطلق على النظام والمحيط بالمجموعة

المجموعة = النظام + المحيط

النظام المفتوح (وزاري 2013)

يسمى النظام مفتوحاً اذا كانت الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته، مثال ذلك اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي.

النظام المغلق : يكون النظام مغلقاً اذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل الطاقة فقط ولاتسمح بتغيير مادة النظام، مثل اناء معدني مغلق محتوى على ماء مغلي.

النظام المعزول (وزاري 2016)

يعرف النظام المعزول بان حدوده لاتسمح بتبادل لا الطاقة ولا المادة، مثال ذلك الثرموس.

السعة الحرارية

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدرة بالغرام(m) من اي مادة درجة سليزية واحدة ووحدتهاهي (J /° C)

الحرارة النوعية يرمز لها بالرمز ج **(وزاري 2014)**

وتعرف بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد من المادة درجة سيليزية واحدة ووحدتها J/g . ° C ويرمز لها بالرمز (C)

دالة الحالة (وزاري 2013 / 2)

هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير، والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خلاله التغير.

الخواص الشاملة (وزاري 2016)

وهي الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الكتلة والحجم

الخواص المركزة

وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط والكثافة ودرجة الحرارة

الانثالبي

دالة حالة ثرموداينمكية وخاصة شاملة تمثل كمية الحرارة الممتصة او المتحررة المقاسة بثبوت الضغط ولايمكن قياس القيم المطلقة لها لأنها دالة حالة ويقاس لها التغير الحاصل فيها ΔH ويرمز لها بالرمزH

تفاعل باعث للحرارة

أي تفاعل كيميائي يصاحبه تحرر حرارة وقيمة التغير في الانثالبي له سالبة.

تفاعل ماص للحرارة

التفاعل الكيميائي الذي يصاحبه امتصاص حرارة وقيمة التغيير في الانثابي له موجبة

انثالبي التفاعل القياسية :

وتعرف بأنها الحرارة المصاحبة لحدوث التفاعل عند الظروف القياسية من درجة حرارة وضغط . يرمز بها بالرمز ΔH_r°

انثالبي التكوين القياسية : وتعرف بأنها الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية المتواجدة بأثبت صورها اي حالتها القياسية. ويرمز لها بالرمز ΔH_f° °

انثالبي الاحتراق القياسية (وزاري 2016 / 2)
وتعرف بأنها الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع وفرة من الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة وضغط. ويرمز لها بالرمز ΔH°_{c}

قانون هيس : (وزاري 2016/ 2) التغير في الانثالبي المصاحب لتحول المواد المتفاعلة الى نواتج هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة او سلسلة من الخطوات.

العمليات التلقائية وغير التلقائية
اي عملية فيزيائية او كيميائية تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من اي عامل خارجي تسمى عملية تلقائية .اما العملية التي لايمكن ان تجري بشكل تلقائي في ضل الظروف نفسها تسمى غير تلقائية.

الانتروبي
وهي دالة حالة ثرموداينميكية تعتبر مقياس درجة اللانتظام للنظام الثرموداينمكي . يرمز لها بالرمز S

طاقة كبس الحرة
وهي دالة حالة ثرموداينمكية تنتج لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية او الكيميائية وتمثل الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الانثالبي والانتروبي. يرمز لها بالرمز G

طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية
وتعرف بأنها مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية بأثبت صورها عند الظروف القياسية عند درجة حرارة 25 C .وضغط 1 atm يرمز لها بالرمز ΔG°_{f}

تعاليل مهمة

علل / لاتجف الملابس المبللة عند وضعها في حقائب مغلقة ولكنها تجف عند نشرها على حبل الغسيل.

ج / الملابس التي تنشر على حبل الغسيل تمثل نظام مفتوح أي أن الماء الممتص جميعه سيتبخر لذا تجف الملابس . اما الملابس الموضوعة في حقيبة فأنها تمثل نظام مغلق حيث أن بخار الماء الناتج عن عملية التبخر سيبقى في هواء الحقيبة ولا يحدث امتصاص لذا تبقى مبللة

.علل / لاتعتبر الحرارة او الشغل دوال حالة

ج / لان قيمها تتغيركثيرا بتغير ظروف التجربة حيث انها تعتمد على المسار والخطوات التي تم من خلالها التغير،لذا فهي لاتعتمد على الحالة الابتدائية والحالة النهائية للنظام فقط. ، وبالتالي فهي لاتعتبر دوال

علل : لايمكن قياس القيمة المطلقة للانثالبي وانما يمكن قياس مقدار التغير (Δ) لهذه الدوال.

ج / لانها دالة حاله تعتمد على الحاله الابتدائيه والحاله النهائيه بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خلاله التغير

علل : التغير في انثالبي تفاعل 2 mole من مادة يساوي ضعف التغير في انثالبي تفاعل 1mol من المادة نفسها

ج / لان الانثالبي دالة حالة وهي خاصية شاملة و تعتمد على كمية الماده التي يحصل عليها التغير.

علل / يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة في التفاعل والناتجة منه

ويعود السبب في ذلك لان كمية الحراره الممتصة او المتحررة (قيم الانثالبي) تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل

علل / ظهور كسور في المعادلة الحرارية

ج / بسبب كتابة المعادلة الكيميائية التي تمثل تكوين مول واحد من المركب المراد تكوينه .لذا نلج ألى تغيير عدد مولات المواد المتفاعلة.

علل :هنالك العديد من المركبات الكيميائية لا يمكن تصنيعها بشكل مباشر من عناصره لذا لاتحسب ΔHf° بصوره مباشره

ج / ذلك لاسباب عديدة منها ان التفاعل قد يسير ببطء شديد او تكون مركبات جانبية غير مرغوبة

علل / وزاري تكون قيمة ΔH للتفاعلات الباعثه للحراره ذات قيمه سالبة

ج / لأن أنثالبي المتفاعلات أكبر من أنثالبي النواتج فيكون الناتج ذات قيمة سالبة ($\Delta Hr = HP - HR = -$)

علل / ماهو السبب الذي يجعل بعض العمليات تحدث تلقائياً.

ج / هو ان جميع العمليات التلقائية يرافقها انخفاض في طاقة النظام الكلية (طاقة اقل تعني اكثر استقراراً)

علل / الانثالبيه لاتستطيع تحديد تلقائيه التفاعل او التحول من عدمها

ج / لان هناك تفاعلات او تحولات ماصه للحراره ومع ذلك تكون تلقائيه وهناك تفاعلات باعثه للحراره ولكنها غير تلقائيه

علل / وزاري لايمكن ان تقاس القيمةالمطلقة الانتروبي (S)

ج / ان الانتروبي دالة حالة شأنها شأن الانثالبي(تعتمد قيمتها على الحاله الابتدائيه والحاله النهائيه) وانما يقاس التغير الحاصل في الانتروبي.

علل / تقود عمليه الانصهار الى زياده في الانتروبي

ج / في عملية الانصهار تكون الذرات او الجزيئات في الحالة الصلبة محصورةفي مواقع ثابتة .وعند الانصهار فان هذه الذرات تبدأ بالحركة لذا تتحرك خارج الشبكة البلورية مما يزيد من عشوائيتها لذا يحدث انتقال في الطور من الانتظام الى اللاانتظام يصاحبه زيادة في الانتروبي

علل / تقود عمليه التبخر الى زياده في الانتروبي ج / في عملية التبخر تكون الذرات او الجزيئات في الحالة السائله في حاله تجاذب قوي ومنتظمه وعند التبخر (الطور الغازي) تنتشر الذرات والجزيئات في بشكل عشوائي اكثر لملئ فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه. عشوائيتها لذا يحدث انتقال في الطور من الانتظام الى اللاانتظام يصاحبه زيادة في انتروبي النظام .

علل / الانتروبي في عمليه التبخر اكبر من تلك في عمليه الانصهار

ج / بسبب ان الذرات والجزيئات في الطور الغازي تنتشر بشكل عشوائي اكثر لملئ فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه.

علل / تقود العمليات التي تجري في المحلول دائما (كذوبان السكر في الماء) الى زياده في الانتروبي

ج / عندما تذوب بلورات السكر في الماء، يتكسر النظام الهيكلي المنتظم للسكر (المذاب) وكذلك جزء من الانتظام الهيكلي للماء(المذيب) وعليه يكون للمحلول لا انتظام اكثر مما للمذيب النقي والمذاب النقي معاً.

علل / وزاري يزيد التسخين من انتروبي النظام

ج / لان التسخين يزيد من الحركة الانتقالية للجزيئات ويزيد من الحركة الجزيئية وبالتالي تزداد الطاقة الحركية للجزيئات وعليه التسخين يزيد من عشوائية النظام لذا تزداد انتروبي النظام.

علل / تعد طاقه الكبس الحره مؤشرا حقيقيا لتلقائيه التفاعلات من عدمها

ج /لانها تتيح لنا التنبؤ بتلقائيه التفاعل من عدمها بشكل ابسط من الاعتماد على استخدام قيم الانثالبي (H) والانتروبي (S) كلا على انفراد

علل / الانتروبية لوحدها ليست هي العامل المسير للتفاعل

ج / لان التفاعل الكيميائي لايشتمل فقط على حصول تغير نسبي في انتظام توزيع الذرات او الجزيئات بل يشتمل على تغير في الانثالبيه وهذا يعني ان العامل المسير للتفاعل الكيميائي يكون باتجاه محصله هذين العاملين ΔHوΔS والتي تساوي التغير في الطاقه الحره حسب علاقه كبس

أ – الثرموداينمك وانظمتها ودوالها

عرف مايلي

النظام المفتوح 2013 ت / داله الحاله 2013 (2) / الحراره النوعيه 201 4 / النظام المعزول 2016 /
انثالبي الاحتراق القياسية 2016 /خارج العراق / الخواص الشاملة 2016/2 خ

س : وزاري 201 4 (دور ثاني): تقسم الخواص العامه للمواد الى --------------

وزاري 2/ 2012: عدد اهم الظواهر التي يفسرها علم الثرموداينمك

س وزاري 2/2014 (خ) : أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد من مادة سيليزية واحدة هي -----------
(الحرارة النوعية , الحرارة المنبعثة , السعة الحرارية)

وزاري 201 4 (3): يكون النظام ---------- أذا كان حدود النظام تسمح بتبادل ماده النظام وطاقته

وزاري 2/ 2016 : ما الفرق بين الخواص المركزة والخواص الشاملة مع اعطاء امثلة لكل منها.

ب - حساب الانثالبي بطريقه الحراره النوعيه و (باستخدام المسعر الحراري)

س : تمهيدي 2013 : ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلتها 870 g من 5 ° C الى 95 ° C علماً ان الحرارة النوعية للحديد 0.45 J/g ° C.

س : وزاري 2016 تمهيدي : سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g من درجه حراره 25 ° C الى 40 ° C ما ادى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700 J. احسب الحرارة النوعية لتلك المادة . ج / 2.45 J / g . °C

س:وزاري2013 /2017 ت: اذا تم حرق 3g من مركب الهيدرا زين(N_2H_2) كتلته المولية تساوي(32g /mol)في مسعر مفتوح يحتوي على 1000 g من الماء(الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g .° C) فان درجه الحرارة ترتفع بمقدار3.6° C احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق والانثالبي لاحتراق 1mol من الهيدرازين بوحدة kJ/mol على افتراض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة

س : وزاري 2013 (دور ثاني) :
اذا تم حرق عينة كتلتها 1.5 g من حامض الخليك CH_3COOH (الكتلة المولية للحامض60 g/mol) بوجود كمية وافية من الاوكسجين، وكان المسعر يحتوي على 750 g من الماء(الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g .° C) فإذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من 24 ° C الى 28 ° C احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض،

س (وزاري 2015/1) : باستخدام المسعر وضعت 3 g من مركب الكلوكوز $C_6H_{12}O_6$ الكتلة المولية للكلوكوز (180 g/mole) في وعاء العينة ثم ملئ وعاء التفاعل بغاز الاوكسجين .وضع هذا الوعاء داخل الوعاء المعزول الذي ملئ بكمية 1200 g من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g .° C) وكانت درجة الحرارة الابتدائية تساوي 21° C احرق بعد ذلك المزيج وعند قياس درجة الحرارة وجد ان التفاعل رفع درجة حرارة المسعر ومحتوياته الى 25.5° C احسب كمية الحرارة المتحررة بوحدة kJ نتيجة احتراق 1mol من الكلوكوز .على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة.

س : وزاري : 2015 / 3 اذا تم حرق عينة كتلتها 1.5 g من حامض الخليك CH_3COOH (الكتلة المولية للحامض60 g/mol) بوجود كمية وافية من الاوكسجين، وكان المسعر يحتوي على 800 g من الماء(الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g .° C)فإذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من 25°C الى 30°Cاحسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق2mol من الحامض بوحدةKj ج /-336Kj

---

ج – ايجاد قيم $\Delta H°f$ و قيم $\Delta H° c$

س : وزاري 2013 /3 / س : وزاري 2014 : احسب التغيير في انثالي التكوين القياسية $\Delta Hf°$ (Al_2O_3) والتغيير في انثالبي الاحتراق القياسية $\Delta Hc°$ (Al) في التفاعل الآتي :

$$4Al(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Al_2O_3(s) \qquad \Delta Hr° = -3340\ kJ$$

علل : وزاري 2015 خ : لايساوي $\Delta Hf°$ ل فلوريد الهيدروجين HF $\Delta Hr°$ للتفاعل الغازي

$$H_{2(g)} + F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)}$$

علل : وزاري 2015 خ : $\Delta Hr°$ للتفاعل الغازي لايساوي $\Delta Hf°$ ل H_2O

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

س : وزاري 2017 / ت $\Delta Hr°$ في التفاعل الآتي

$$4Al(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Al_2O_3(s)$$

لاتساوي $\Delta Hf°$ (Al_2O_3) ولاتساوي $\Delta Hc°$ للالمنيوم

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A.M.Z

د – ايجالد انثالبي التفاعل من قيم انثالبي التكوين $\Delta H°f$ ومن قانون هيس

س وزاري 2013:احسب انثالبيه التكوين القياسيه $\Delta H°f$ لغاز CO اذاعلمت ان حراره تفكك CO_2 هي 394KJ/mol

وان حراره التفاعل الاتي : $\Delta H°r = -283\ KJ$ $CO + ½ O_2 \longrightarrow CO_2$ ج / -11 KJ / mol

---

س : تمهيدي 2013 – :يحترق البنزين (C_6H_6) في الهواء ليعطي ثنائي اوكسيد الكاربون الغاز والماءالسائل احسب انثالبي التفاعل القياسية $\Delta Hr°$ لهذا التفاعل اذا علمت ان:

$$\Delta Hf°(C_6H_6)_{(l)} = 49\ kJ/mol\ /\ \Delta Hf°(H_2O)_{(l)} = -286\ kJ/mol\ /\ \Delta Hf°(CO_2)_{(g)} = -394\ kJ/mol$$

س 2014 (3) :يحترق البنزين (C_6H_6) في الهواء ليبعث حراره مقدارها 3271 kJ/mol- ويعطي ثنائي اوكسيد الكاربون والماءالسائل احسب انثالبي التكوين القياسية $\Delta Hf°$ للبنزين اذا علمت ان:

$$/\ \Delta Hf°(H_2O)_{(l)} = -286\ kJ/mol\ /\ \Delta Hf°(CO_2)_{(g)} = -394\ kJ/mol$$

س وزاري 2015/2احسب انثالبي التكوين القياسية للبروبان $C_3H_{8\,(g)}$ أذا أعطيت المعلومات الاتية

$2C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$ $\Delta H°_r = -2220\ kJ/mol$

$H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ $\Delta H°_r = +286\ kJ/mol$

$C_{(graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H°_r = -393.5\ kJ/mol$ ج / -104.5 KJ / mol

---

س وزاري 2016 تمهيدي أحسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2(l)}$ من عناصره الاساسية باثبت صورها.

اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :

1- $C_{(graphite)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)}$ $\Delta Hr° = -394kJ/mol$

2- $S_{(rhombic)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow SO_{2\,(g)}$ $\Delta Hr° = -296kJ/mol$

3 - $CS_{2(l)} + 3O_2 \longrightarrow CO_{2(g)} + 2\,SO_{2(g)}$ $\Delta Hr° = -1072kJ/mol$ ج / 86 KJ / mol

---

س وزاري 2016 / 1 يحترق البنزين (C_6H_6) في الهواء ليبعث حراره مقدارها 3271 KJ / mol – ويعطي ثنائي اوكسيد الكاربون الغاز وسائل الماءاحسب انثالبي التكوين القياسية $\Delta Hf°$ للبنزين اذا علمت ان انثالبي الاحتراق القياسية بوحدات KJ/mol لكل الكرافيت $(C)_{(gra)} = -394\ kJ/mol$ وللهيدروجين $(H_2)_{(g} = -286\ kJ/mol$ ج / 49 KJ / mol

---

س وزاري 2016 (خ)في مسعر حرار ي وضع 2.6 g من الاستيلين C_2H_2 (M = 26 g / mol) فوجد ان كميه الحراره المنبعثه من الاحتراق تساوي130 K J- . أحسب انثالبي التكوين القياسيه للاسيتلين اذا علمت ان :

$\Delta H_f°(H_2O) = -286\ KJ\ /\ mol$ و $\Delta H_f°(CO_2) = -393.5\ KJ\ /\ mol$ ج / 227 KJ / mol

---

س وزاري- 2016/2 : عرف قانون هيس

س وزاري 2016 / 3 أحسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2(l)}$ من عناصره الاساسية باثبت صورها.

$C_{كرافيت} + S_{معيني} \longrightarrow CS_2$

اذا علمت ان انثالبي الاحتراق القياسية بوحدات KJ/mol لكل الكرافيت 394 kJ/mol - والكبريت المعيني296 kJ/mo -

و ل سائل ثنائي كبريتيد الكاربون 1072kJ/mol -   ج / 86 KJ / mol

---

س 1- 35: وزاري 3/2016 (خ)أذا علمت ان حراره الاحتراق لكل من CO و H_2 وCH_3OH هي (284 - ، 286- ، 727-) بوحدات (kJ / mol) على التوالي أحسب حراره التفاعل $CH_3OH_{(l)}$ $CO_{(g)} + 2H_{2(g)}$ ج / $\Delta Hr° = -129\ kJ$

ر- الانتروبي

س : وزاري 2013 (دور ثاني) / س : وزاري 2014 : احسب التغيير في الانتروبي عند درجة غليان الماء C° 100 للتحول الاتي

$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$ $\Delta Hvap = 44\ kJ/mol$

وزاري 4 201 (3): تبريد غاز النتروجين من 80C° الى 20C° يؤدي الى -----------في التغير بالانتروبي

س وزاري 2017 ت تنبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر او اقل من الصفر للعمليات الاتية :

1) ذوبان الكلوكوز في الماء   2) تبريد غاز النتروجين من 80 ° C الى 20 ° C

س– علاقه كبس واتجاه سير التفاعل :

س : وزاري 2013 - 2 / 2015 : لايتحلل الماء الى عناصره الاوليه بالظروف الاعتياديه وضح ذلك وفق علاقه كبس

س : وزاري 2013 : (دور ثاني) : يذوب غازثاني اوكسيد الكبريت بالماء ويبعث حراره اثناء ذوبانه وضح ذلك وفق علاقه كبس

س : وزاري 2013 : (دور ثالث) : انصهار الجليد عمليه تلقائيه في الظروف الاعتياديه وضح ذلك وفق علاقه كبس

س وزاري 2014 : (تمهيدي) : ذوبان ملح الطعام في الماء تلقائيه ويصاحب العمليه أمتصاص حراره بين ذلك

س وزاري 2014 : عمليه انجماد الماء غير تلقائيه في الظروف الاعتياديه وضح ذلك وفق علاقه كبس

س وزاري 2015 (خارج العراق) تفكك اوكسيد الزئبق II يكون تلقائي دائما عند درجات الحراره العاليه

هـ - قياس $\Delta G\ r$ و ΔSr و ΔHr

س وزاري 2014 : (تمهيدي) : هل التفاعل الاتي تلقائي عند درجه حراره 25 وضغط 1atm ؟ أذا علمت أن $\Delta H° = 2Kj / mol$
$\Delta S° = 113j / Kmol$ فاذا لم يكن تلقائيا عند درجه حراره 25 وضغط 1atm فا بأي درجه يصبح تلقائي

س وزاري 2014 : (دور ثاني) : احسب التغير في الطاقه الحره القياسيه لتكوين احادي اوكسيد الكاربون (CO) للتفاعل الغازي الاتي
$2\ CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2\ CO_{2\ (g)}$ عند درجه حراره 25 وضغط 1atm اذا علمت $\Delta S_r°$ للتفاعل = $-173j / Kmol$
وان $\Delta H°r = -566\ KJ/mol$ وان $\Delta Gf°(CO_2) = -394\ KJ/mol$ ج / $\Delta Gf°\ CO = -137.3\ Kj/mol$

س وزاري 2015/1 : للتفاعل الاتي $CH_{4\ (g)} + 2\ O_{2\ (g)} \longrightarrow CO_{2\ (g)} + 2H_2O_{\ (l)}$
احسب أ- $\Delta Hr°$ ب- $T\ \Delta Sr°$ ج - $\Delta Gr°$ عند الظروف القياسيه للتفاعل بالاستعانة بالمعلومات الاتية :

الماده	ΔHr /° K /J /.mol	S°/J /K.mol
CH_4	-75	186
O_2	0	205
CO_2	– 394 -	214
H_2O	-286	70

ج / $\Delta G_r° = -818.8$ kJ/mol

س وزاري 2015/ 2 تفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادله التاليه $CaCO_{3\ (s)} \longrightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$
علما ان $\Delta S\ r°$ للتفاعل 160 J / K. mol فاذا علمت ان $\Delta H_f°$ لكل من $CO_{2(g)}$ / $CaO_{(S)}$ / $CaCO_{3\ (s)}$
هي على التوالي (393.5 - , 635 - ,1207-) بوحدات KJ / mol جد : $\Delta Gr°$ ج : 130.8

س وزاري2015/2 اذا كان لدينا التفاعل الاتي : $CO_{2\ (g)} + H_2O_{\ (l)} \longrightarrow HCOOH_{\ (l)}$ في درجه 25 C °
فاذا كانت قيمة $\Delta Hr°$ للتفاعل تساوي 16 kJ/mol و $\Delta Sr°$ يساوي 234. J/K.mol
و $\Delta Gf°\ H_2O_{\ (l)} = -228$ kJ/mol و $\Delta Gf°\ CO_{2\ (g)} = -228$ kJ/mol أحسب $\Delta Gf°\ HCOOH_{\ (l)}$ ج/ -320 kJ/mol

س وزاري 2016/2 : للتفاعل الاتي $C_2H_{2\ (l)} + 3O_{2\ (g)} \longrightarrow 2CO_{2\ (g)} + 3H_2O_{\ (l)}$:بالاستعانة بالمعلومات الاتية :

الماده	ΔHf ° K J /mol	S° J /K.mol
C_2H_2	227	201
O_2	0	205
CO_2	– 394	214
H_2O	-286	70

احسب أ- $\Delta Hr°$ ب- $T\ \Delta Sr°$ ج - $\Delta Gr°$ عند الظروف القياسيه للتفاعل

ي – حساب التغيرات الفيزيائيه

وزاري 2014 /2: احسب انثالبي التبخر ΔH_{vab} للهكسان عند الاتزان بوحدة kJ/mol اذا علمت ان درجة غليانه تساوي 69° C

وزاري2016 : قيمة التغير في الانتروبي لتبخر الماء في درجة غليانه تساوي ------علما ان حرارة تبخر الماء $\Delta H_{vap} = 44$ kJ/mol

المساعد في الكيمياء

للصف السادس العلمي

أحيائي

الفصل الثاني

الاتزان الكيميائي

لسنه 2016- 2017

أعداد المدرس

وهب منير الموسوي

أعدادية الشيخ أحمد الوائلي

الفصل الثاني: الاتزان الكيميائي

التفاعل الكيميائي : هو عملية تتحول فيها مادة واحدة أو أكثر الى مواد جديدة تختلف في صفاتها عن المادة أو المواد التي تفاعلت في البداية

لقد أعتدنا التعبير عن التفاعل الكيميائي بالمعادلة الكيميائية، والتي هي اختصارعلمي يمثل التحول الحاصل في المواد المتفاعلة للحصول على النواتج .ويمثل السهم في المعادلة اتجاه التفاعل.
قد يتبادر الى الذهن ان التفاعل الكيميائي ان التفاعلات الكيميائيه تسير في اتجاه واحد للتوقف عند استهلاك المواد المتفاعله الا ان معظم التفاعلات الكيميائيه منعكسه تصل الى حاله تعرف بالاتزان فما معنى الاتزان وما معنى التفاعلات غير الانعكاسية والانعكاسية

التفاعلات غير الانعكاسية والانعكاسية

هنالك الكثير من التغيرات الكيميائية المعروفة تكون انعكاسية، فمثلاً تتم عملية التنفس بطريقة التبادل الغازي .

تنقسم التفاعلات الكيميائيه حسب أتجاهها الى قسمين

وزاري 2013 : عرف التفاعلات غير الانعكاسية

1- تفاعلات تامة (تفاعلات غير انعكاسيه) :

التفاعلات الكيميائية التي يتم فيهااستهلاك تام لاحد أو جميع المواد المتفاعلة،ولايكون للمواد الناتجة عند ظروف التفاعل نفسها، القدرة على أن تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها.ويؤشر ذلك بسهم واحد ($\longrightarrow$)

أمثله : $H_2SO_{4(aq)} + 2\ NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\text{تفاعل امامي}} Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

2- تفاعلات غيرتامة (تفاعلات انعكاسيه) :

هي التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها تحول المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل، ويكون للمواد الناتجة المقدرة على أن تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد التي تكونت منها مرة اخرى (مالم يحدث تصاعد لغاز او تكون راسب)ويؤشر ذلك بسهمين ($\rightleftarrows$)

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \underset{\text{تفاعل خلفي}}{\overset{\text{تفاعل امامي}}{\rightleftarrows}} 2HI_{(g)}$$

التفاعلات الانعكاسية وحالة الاتزان

درسنا في الفصل الاول
(ان درجة حرارة الانصهار ودرجة حرارة الغليان هما درجتان حراريتان يحدث عندهما اتزان بين ضغط بخار الماء الصلب اوالسائل مع الضغط الجوي، هذا يعني ان قيمة ΔG عند هذه الدرجات بالتحديد **تساوي صفراً لان المجموعه التي في حاله توازن يكون ميلها لتغيرفي اتجاه معين يكون مساويا بالضبط لميلها للتغير في الاتجاه المعاكس)**

وفي التفاعلات الكيميائية تقاس سرعة التفاعل بتغير تراكيز المواد المتفاعلة في وحدة الزمن $Rate = \frac{\Delta[\,]}{\Delta t}$

وفي التفاعل الكيميائي يقل تركيز المواد المتفاعلة وفي التفاعلات الانعكاسية يقل تركيز المواد المتفاعلة ويزداد تركيز المواد الناتجة وتستمر هذه الحالة الى أن يصلان الى حالة اتزان (والتفاعلات الانعكاسية تجري في نظام مغلق)

النظام المتزن:- هو نظام ساكن على المستوى المرئى ونظام ديناميكى (متحرك) على المستوى غير المرئى

مثال توضيحي :

- عند تسخين كلوريد الامونيوم NH_4 في أنبوب أختبار فانه يتحلل بالحراره الى غازي الامونيا وكلوريد الهيدروجين وفق المعادله الاتيه : $NH_4Cl_{(S)} \xrightarrow{\Delta} NH_{3\,(g)} + H\,Cl_{(g)}$
- ومن المعلوم انك كلوريد الهيدروجين يتفاعل مع غاز الامونيا لينتج كلوريد الامونيوم وفق المعادله التاليه :

$$NH_{3\,(g)} + HCl_{(g)} \xrightarrow{\Delta} NH_4Cl_{(S)}$$

س : ماذا يحدث عند تسخين كتله من كلوريد الامونيوم في وعاء مغلق ؟

- ان ما يحدث اولا هو تحلل كلوريد الامونيوم NH_4Cl الى غازي NH_3 و HCl
- وعندما تتكون كتل مناسبه من NH_3 و HCl فانهما يتفاعلان ليعطيا NH_4Cl
- ويستمر التفاعلان الى ان تتساوى سرعتاهما وعندها لايطرأ اي تغير على كتل المواد المتفاعله او الناتجه من التفاعل فيقال ان التفاعل قد وصل الى وضع اتزان وكالاتي :

$$NH_4Cl_{(S)} \rightleftarrows NH_{3\,(g)} + H\,Cl_{(g)}$$

الاتزان الكيميائي

حالة اتزان ديناميكي(حركي)وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل اليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية، فتكون تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة عندها ثابتة دون تغير، مالم يحدث أي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل، لذا يبدو التفاعل في تلك الحالة قد توقف.

يتصف التفاعل الانعكاسي

1 - معدل سرعة التكوين(الامامي) Rf = Rb معدل سرعة التفكك (الخلفي)

2 - تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة عند حالة الاتزان **ثابتة دون تغير** مالم يحدث أي تغيير

أ - على الظروف التي يتم عندها التفاعل ب – طالما بقيت المواد في وسط التفاعل (مالم يتصاعدغاز او يتكون راسب)

س : تظهر التفاعلات الانعكاسيه التي تصل الى حالة الاتزان وكأنها قد توقفت

ج / أن التفاعلات الانعكاسيه في الحقيقة لاتزال مستمرة وتجري في كلا الاتجاهين، لأن حالة الاتزان الكيميائي هي حالة اتزان ديناميكي(حركي) وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) أي أن التفاعل مستمر وبكلا الاتجاهين الامامي والخلفي بالمقدرة والسرعة ذاتها

س : مثل بالرسم وصول التفاعل $2NH_{3\,(g)} \underset{Kb}{\overset{Kf}{\rightleftharpoons}} N_{2\,(g)} + 3H_{2\,(g)}$ **الى حاله اتزان بعد فتره من الزمن**

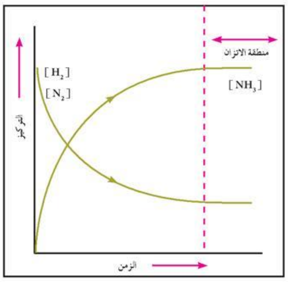
الحل /

اي ان في بدء التفاعل كان تركيز الماده الناتجه يساوي صفر والماده المتفاعله اعلى تركيز ولكن بعد مرور الزمن تتكون الماده الناتجه وتستهلك الماده المتفاعله الى ان نصل حاله التوازن

معدل سرعة التكوين(الامامي) = معدل سرعة التفكك (الخلفي)

حيث يمثل Kf ثابت سرعة التفاعل الامامي

حيث يمثل Kb ثابت سرعة التفاعل الخلفي



الشكل (4 – 1) وصول التفاعل الى حالة الاتزان بعد مرور فترة زمنية

وزاري 2013 / 2 س 2: 3- فرع 8 : تتوقف بعض التفاعلات تماما بينما تظهر تفاعلات اخرى وكانها متوقفه

ج / تتوقف بعض التفاعلات لانها تفاعلات غبر انعكاسيه تحدث باتجاه واحد لتكوين النواتج وتستمر لحين استهلاك تام لاحد أو جميع المواد المتفاعلة،ولايكون للمواد الناتجة عند ظروف التفاعل نفسها القدرة على أن تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها

بينما تظهر تفاعلات اخرى وكانها متوقفه لانها تفاعلات انعكاسيه تحدث باتجاهين وتصل الى حاله توازن ديناميكي تصبح فيه سرعه التفاعل الامامي يساوي سرعه التفاعل الخلفي

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة وغير المتجانسة

س : 2013 : تمهيدي عرف التفاعلات المتجانسة

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة

هي التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في طور واحد

(علماً بأن جميع التفاعلات تجري في نظام مغلق) ومن امثلتها

1- تفاعل غازي

$2NO_{2\,(g)} \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} N_2O_{4\,(g)}$

2 - تفاعل في محلول

$HCOOCH_{3\,(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCOOH_{(l)} + CH_3OH_{(l)}$

3 - تفاعل صلب

$ZnS_{(s)} \rightleftharpoons Zn_{(s)} + S_{(s)}$

التفاعلات الانعكاسيةغير المتجانسة

هي التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة باكثر من طور واحد

1 – سائل - غاز $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$

2 - صلب – غاز $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

3 – صلب – سائل – محلول – غاز $Zn_{(s)} + 2HCl_{(l)} \rightleftharpoons ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$

ملاحظه : يرمز للماده الصلبه (S) والماده السائله (l) والماده الغازيه (g) والمحلول المائي (aq)

سؤال : بيّن نوع التفاعلات الكيميائية والتحولات الفيزيائية التالية ؟

1 - $Na_2CO_{3\,s} + 2HCl_{aq} \longrightarrow 2NaCl_{aq} + H_2O_L + CO_{2\,g}$

2 – $N_{2\,g} + 3H_{2\,g} \rightleftharpoons 2NH_{3\,g}$

3 - $CaCO_{3\,s} \rightleftharpoons CaO_s + CO_{2\,g}$

4 – $I_{2\,s} \longrightarrow I_{2\,g}$

5 - $H_2O_L \rightleftharpoons H_2O_g$

الجواب

1 – تفاعل غير انعكاسي (تام)

2– تفاعل انعكاسي متجانس

3 – تفاعل انعكاسي غير متجانس

4 – تسامي اليود (تحول فيزيائي)

5 - تبخر الماء (تحول فيزيائي انعكاسي)

وزاري 2/2013 و 2015 / 3

عرف قانون فعل الكتلة

حالة الاتزان وقانون فعل الكتلة

يطلق على العلاقة التي تربط بين سرعة التفاعل الكيميائي وتراكيزالمواد **بقانون فعل الكتلة**

قانون فعل الكتلة

” عند ثبوت درجة الحرارة فان سرعةالتفاعل الكيميائي في اي اتجاهاً كان تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلاً منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة.“

تفاعل متزن

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} 2HI$$

Rf = سرعة التفاعل الامامي

Kf = ثابت تناسب سرعه التفاعل الامامي

Rb = سرعة التفاعل الخلفي

Kf = ثابت تناسب سرعه التفاعل الخلفي

وعند تطبيق قانون فعل الكتلة :

$$Rf = kf\ [H_2]\ [I_2]$$
$$Rb = kb\ [HI]^2$$

أشتقاق علاقه ثابت الاتزان Keq

لنفرض انه لدينا التفاعل الانعكاسي المتزن الاتي : $aA + bB \rightleftharpoons gG + hH$

حيث A و B و G و H تمثل المواد المتفاعلة والناتجة

اما a و b و g و hg اعداد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة.

عند تطبيق قانون فعل الكتلة بالنسبة الى التفاعل الامامي نجد أن :

$$Rf = kf\ [A]^a[B]^b \quad (1)$$

اما عند تطبيق قانون فعل الكتلة بالنسبة إلى التفاعل الخلفي نحصل على العلاقة :

$$Rb = kb\ [G]^g\ [H]^h \quad (2)$$

حيث تمثل kf و kb تمثل ثابتي تناسب سرعة التفاعل الامامي والخلفي على التوالي. وعند حصول الاتزان فإن سرعة التفاعل الامامي تساوي سرعة التفاعل الخلفي، Rf = Rb

لذا نحصل على الاتي :

$$kf\ [A]^a [B]^b = kb\ [G]^g\ [H]^h \qquad (3)$$

وبترتيب المعادلة (3) نحصل على العلاقة

$$\frac{kf}{kb} = \frac{[G]^g\ [H]^h}{[A]^a\ [B]^b} \qquad (4)$$

ان قسمه قيمه ثابته Kf على قيمه ثابته اخرى Kb ينتج ثابت اخر يعرف بثابت الاتزان Keq

$$Keq = \frac{kf}{kb} \qquad (5)$$

ثابت الاتزان (Keq) :
هو النسبه بين ثابت تناسب سرعه التفاعل الامامي (K_f) وثابت تناسب سرعه التفاعل الخلفي (K_b)

العلاقة بين ثابت الاتزان Keq وثابت سرعة التفاعل(Kf) و (Kb)

$$Keq = \frac{kf}{kb}$$

مثال : 2 – 1 للتفاعل المتزن الاتي :

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{Kb}{\overset{Kf}{\rightleftarrows}} 2NH_3$$

وجد ان ثابت سرعه التفاعل الامامي Kf يساوي 0.11 و ثابت سرعه التفاعل الخلفي K b يساوي 0.05 احسب ثابت الاتزان Keq

الحل /
$$Keq = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.11}{0.05} = 2.2$$

تمرين : 2 -1 تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له Keq يساوي 4.24 وثابت سرعه التفاعل الخلفي K_b يساوي 0.02 أحسب K_f ج/ 0.0845

س 2-1 : فرع 14 : العلاقة بين ثابت الاتزان و تراكيز النواتج علاقة ----------

س وزاري 2015 / 1 : تفاعل متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي (0.036) يساوي و ثابت سرعة التفاعل الخلفيي له يساوي(0.009) فان ثابت الاتزان له يساوي ----------

س وزاري 2016 / 1 : تفاعل متزن ثابت الاتزان له3.2 = Keq و ثابت سرعة التفاعل الامامي 0.064 = K_f فان ثابت سرعه التفاعل الخلفي K_b يساوي ---------------

<u>انواع ثابت الاتزان</u> :

Keq
Kc ← بدلالة التركيز المولارية
Kp ← بدلالة الضغوط الجزيئية

أ - ثابت الاتزان بدلاله التراكيز المولاريه (Kc)
حاصل ضرب التراكيز المولاريه للمواد الناتجه عند حاله الاتزان مقسوما على حاصل ضرب التراكيز المولاريه للمواد المتفاعله عند حاله الاتزان كل منها مرفوع لاس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل ماده في معادله التفاعل الموزونه

يكتب ثابت الاتزان (Keq)على الصوره التاليه

$$(6) \qquad \frac{[\text{النواتج}]}{[\text{المتفاعلات}]} = \frac{[G]^g\ [H]^h}{[A]^a\ [B]^b} = Kc \quad (\text{ليس له وحده})$$

[ ] = التركيز المولاري

تطبق علاقة (Kc) ← أ – للمحاليل (eq) ← ب – والغازات (g)

اما تراكيزالمواد الصلبه (S) والماده السائله النقيه (l) اوالمذيب تهمل (لان تراكيز هذه المواد ثابته لاتتغيرأثناءالتفاعل)

ب - ثابت الاتزان بدلاله الضغوط الجزيئيه (K p)

عندما تكون المواد المشتركه بالتفاعل والناتجه بالحاله الغازيه يكون من السهوله **قياس ضغوطها الجزئيه اكثر من قياس تراكيزها المولاريه** لذا من المناسب التعبير عن **تركيز الغاز بدلاله ضغطه الجزئي (P)**
لذلك فان ثابت الاتزان (Keq) يرمز له بالرمز (K p) وليس له وحده

تعريف ثابت الاتزان بدلاله الضغوط الجزيئيه (Kp) :
حاصل ضرب الضغوط الجزيئيه للمواد الناتجه عند حاله الاتزان مقسوما على حاصل ضرب الضغوط الجزيئيه للمواد المتفاعله عند حاله الاتزان كل منها مرفوع لاس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل ماده في معادله التفاعل الموزونه

وعليه يكتب ثابت الاتزان (Keq)على الصوره التاليه

$$Kp = \frac{(P_G)^g \times (P_H)^h}{(P_A)^a \times (P_B)^b} = \frac{P_{(g)\text{النواتج}}}{P_{(g)\text{المتفاعلات}}} \quad (7)$$

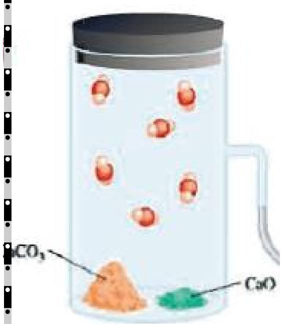
يحسب للغازات (g) فقط

P = **الضغط الجزئي**

كتابة Kc و Kp للتفاعلات غير المتجانسة

التفاعلات غير المتجانسة
هي التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة باكثر من طور واحد

مثال : تفاعل التفكك الحراري لبيكاربونات الصوديوم



$$2NaHCO_{3(s)} \rightleftharpoons Na_2CO_{3\,(s)} + H_2O_{(g)} + CO_{2\,(g)}$$

$$Kc = \frac{[Na2CO3]\ [H2O]\ [CO2]}{[NaHCO3]}$$

تحذف تراكيز المواد الصلبة والسائلة من علاقة ثابت الاتزان فتكتب على الشكل الاتي :

$Kc = [H_2O]\ [CO_2]$ **بدلالة التراكيز المولارية**

$Kp = P_{CO_2} \times P_{H_2O}$ **بدلالة الضغوط الجزئية**

علل : تحذف تركيز الماده الصلبه (S) والسائله النقيه (I) من علاقة ثابت الاتزان
ج / لان تركيزها يبقى ثابتاً مهما تغيرت كمياتها، وحتى لو تغيرحجمها لان النسبة بين كمية هذه المواد الى الحجم (التركيز) ستبقى ثابتة.

مثال 2-2 أكتب ثوابت الاتزان بدلاله التراكيز المولاريه Kc للتفاعلات التاليه :

1- $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2\,(g)}$

2 - $NO_{2\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HNO_{2(aq)} + OH^-_{(aq)}$

3 - $CaCO_{3\,(s)} + 2\,HCl_{(aq)} \rightleftharpoons CaCl_{2\,(aq)} + 2CO_{2\,(g)} + H_2O_{(l)}$

الحل / 1 -
$$Kc = \frac{[H2]\ [Br2]}{[HBr]^2}$$

2 - يحذف $H_2O_{(l)}$ لانه ماده سائله
$$Kc = \frac{[HNO2]\ [OH]}{[NO2]}$$

3- يحذف $CaCO_{3\,(s)}$ لانه ماده صلبه
$$Kc = \frac{[CO2]\ [CaCl2]}{[HCl]^2}$$

مثال 3-2 أكتب ثوابت الاتزان بدلاله الضغوط الجزيئيه KP للتفاعلات التاليه :

$3H_{2\,(g)} + N_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\,(g)}$

$2Hg_{(l)} + O_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(s)}$

الحل / 1 -
$$Kp = \frac{(P_{NH3})^2}{(P_{H2})^3\ (P_{N2})}$$

2 -
$$Kp = \frac{1}{(P_{O2})}$$

تمرين : 2 -2 أكتب ثوابت الاتزان بدلاله التراكيز المولاريه Kc وثابت الاتزان بدلاله الضغوط الجزيئيه Kp للتفاعلات التاليه

س : 2-2 - فرع 8 للتفاعل المتزن : $2Br_{(g)} \rightleftharpoons Br_{2(g)}$ قيمة Kp عند الأتزان 2258.4 بدرجة حرارة 4000k قيمة k_f للتفاعل تساوي 1.56 فأن قيمة k_b تساوي : أ- 0. 2 ب- 20 ج- 7.8 *د - كل الاجابات السابقة خاطئة .*

س : 2-3 علل ما يلي 3 - قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جداً.

أنواع المسائل المتعلقه بحسابات بثابت الاتزان K eq

أولا: ايجاد ثابت التوازن

أ : إيجاد قيمة ثابت الاتزان من التراكيز المعلومة عند حاله الاتزان

طريقه حل هذا النوع من هذه المسائل:
1- نكتب علاقه ثابت الاتزان حسب طبيعه المعادله المتوازنه
2 – نعوض القيم المعطاه في السؤال ونطبقها في قانون ثابت الاتزان
3- تراكيز المواد **لاتتغير** اعتمادا على **عدد مولاتها** التي تظهر في المعادله سواء كان قبل التفاعل او عند الاتزان

مثال : 2 – 4 جد قيمه Keq للتفاعل التالي $C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2CH_{4(g)}$
اذا علمت أن التراكيز في درجة حرارة معينة عند حصول الاتزان هي :
$[H_2] = 0.143$ M و $[C_2H_2] = 0.05$ M و $[CH_4] = 0.02$ M

الحل / طالما ان التراكيز المولارية للمواد هي عند الاتزان فنكتب علاقة ثابت الاتزان Keq بدلاله Kc

واجب

$$Kc = \frac{[C_2H_2]\,[H_2]^3}{[CH_4]^2} = \frac{(0.05)\,(0.143)^3}{(0.02)^2} = 0.37$$

تمرين : 2 : 3 جد قيمه Keq عند 100 °C للتفاعل التالي $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$
ذا علمت أن التراكيز في درجة حرارة معينة عند حصول الاتزان هي: $[N_2O_4] = 0.02$ M و $[NO_2] = 0.01$ M
ج / Keq = 6.92

س 2 – 1 : أملاء الفراغات التاليه 9 - في التفاعل المتزن $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ **وبدرجة حرارة معينة**
اذا كانت قيمة KP = 3 والضغط الجزئي لغاز NO_2 **يساوي 3 atm فإن الضغط الجزئي لغاز** N_2O_4 **يساوي ---------- ج / 3**

س : 2-2 اختر الجواب الصحيح 3 - : التفاعل المتزن $2IF_{(g)} \rightleftharpoons I_{2(g)} + F_{2(g)}$
ثابت الاتزان K_c **يساوي** 1×10^6 **بدرجة حرارة 200 K فاذا كان الضغط الجزئي عند الاتزان 0.2 atm لغاز IF**
و 4×10^{-3} **atm لغاز** F_2 **فأن الضغط الجزئي لغاز** I_2 **يساوي: أ -** 5×10^4 **atm ب -** 5×10^{-5} **atm ج -** 5×10^5 **atm**

س خارجي : في وعاء حجمه 2L وضعت مولات من Cl_2 **واخرى من** $FeCl_2$ **وفي درجه حراره معينه وصل التفاعل**
$2FeCl_{3(S)} \rightleftharpoons 2FeCl_{2(S)} + Cl_{2(g)}$
الى حاله اتزان فوجد ان كميه Cl_2 **= 8 mol اوجد ثابت الاتزان بدلاله التراكيز المولاريه** **ج / Kc = 0.25 M**

ب - ايجاد ثابت التوازن (Kc أو Kp) من قيمه تراكيز او ضغوط جزئيه (من مراحل مختلفة)

ان هذا النوع من المسائل ف تعطى تراكيز أو ضغوط جزئية للموادالمتفاعلة الابتدائية الموضوعة في اناء التفاعل وتركيز أو ضغط جزئي احدالمواد المتفاعلة او الناتجة عند حصول الاتزان ويكون المطلوب ايجاد قيمة ثابت الاتزان.

مراحل التفاعل المتزن

أن أي تفاعل أنعكاسي يمر بثلاث مراحل للوصول الى حالة الاتزان
1 - مرحلة التراكيز الابتدائيه لخليط التفاعل (قبل بدء التفاعل)
وعاده تبدء بتعبير (وضع – أدخل – سخن – تفاعل – مزج)
واذ أعطي فقط تراكيز المواد المتفاعله فتراكيز المواد الناتجه = صفر
وقد تكون التراكيزالابتدائيه مجهوله ونلاحظ ذلك من عبارات مثل (وضعت كميات مختلفة)
2 – مرحلة التغير بالتركيز (X)
و تبدء بتعبير أو تفكك أو أنحل أو نقص أو يتحلل بنسبه أو مقدارالانخفاض للماده
يتجه التفاعل باتجاه النواتج (صفر) فتقل تراكيز المتفاعلات وتزداد تراكيز النواتج

3 -مرحلة وصول التفاعل الى حالة الاتزان وعاده تاتي بصيغ مثلا (عند حاله الاتزان و خليط الاتزان)

مخطط بمراحل ثلاث للتفاعل متزن

	$3H_{2(g)}$ +	$N_{2(g)}$ ⇌	$2NH_{3(g)}$
التركيز [ ]	$[H_2]$	$[N_2]$	$[NH_3]$
التراكيز الابتدائيه	0.4	0.3	0
التغير في التراكيز	- 3X	- X	+2X
التراكيز عند الاتزان	[0.4 – 3X]	[0.3 – X]	+2X

المستهلك – المتفكك - المتحلل   المتبقي   المتكون

1-(0.3) و(0.4) تمثل التراكيز الابتدائيه (قبل بدء التفاعل)

2 - مرحلة التغير بالتركيز (X)

أ – الاشارة السالبة (-) تشير الى (المستهلك أو المتفكك أو المتحلل) من المواد المتفاعلة

مقدار التغير بالتركيز (المتفكك) = التغير بالتركيز (X) × عدد مولات المادة

(-3X) المتفكك من (H_2)

(-X) المتفكك من (N_2)

ب – الاشارة الموجبة (+) تشير الى (المتكون) من المواد الناتجة

مقدار التغير بالتركيز (المتكون) = التغير بالتركيز (X) × عدد مولات المادة

(+ 2 X) ما تكون من (NH_3)

3 - مرحلة وصول التفاعل الى حالة الاتزان وعاده تاتي بصيغ مثلا (عند حاله الاتزان و خليط الاتزان)

أ – [0.4 – 3X] ما تبقى من H_2 عند الاتزان

[0.3 - X] وجد ان المتبقي N_2 عند الاتزان

ب – [0 + 2X] وجد ان المتكون من NH_3 عند الاتزان

ملاحظات

أ- تراكيز المواد **لاتتغير** اعتمادا على عدد مولاتها التي تظهر في المعادله سواء كان قبل التفاعل او عند الاتزان

ب – **تطبق علاقه ثابت التوازن يكون بالتراكيز المولاريه فقط** $[M] = \frac{n\ (mol)}{v\ (L)}$

ج – عددالمولات الكليه = مجموع عدد مولات المتفاعله والناتجه $(n_T = n_1 + n_2 + n_3)$

وبالنسبة للغازات يطبق قانون دالتون

(قانون دالتون) $P_T\ (atm) = P_1 + P_2 + P_3$ **1 atm = 760**

ه - النسبة المئوية للتفكك (التحلل) = $\frac{[\text{المتفكك}]}{[\text{التركيز الابتدائي}]} \times 100\ \%$

مثال 2 - 6 : 2016 (تمهيدي) في أحد التجارب العمليه اد خل 0.625 mole من غاز N_2O_4 في وعاء سعته 5 L فتفكك الغاز حسب التفاعل التالي وبدرجه حراره معينه وعند وصول التفاعل الى حاله الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي يساوي 0.025 mole / L احسب قيمه Kc لهذا التفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

الحل / الابتدائي $[N_2O_4] = \frac{n\ (mol)}{v\ (L)} = \frac{0.625\ (mol)}{5\ (L)} = 0.125$

	$N_2O_{4(g)}$ ⇌	$2NO_{2(g)}$
التركيز	$[N_2O_4]$	$[NO_2]$
التراكيز الابتدائيه	0.125	0.0
التغير في التراكيز	- X	+ 2X
التراكيز عند الاتزان	0.125 - X	2X

التراكيز عند الاتزان   المتبقي عند الاتزان = 0.025

$[N_2O_4] = 0.025$ mole / L

$0.125 - X = 0.025$

$X = (0.125 – 0.025) = 0.10$ mol/L

$[NO_2] = 2x = 2 \times 0.10 = 0.20$ mol / L

$Kc = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Longrightarrow Kc = \frac{[0.20]^2}{[0.025]} = 1.6$

مثال : 2-7 للتفاعل الغازي الاتي $2\ SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2\ SO_{2(g)} + O_{2(g)}$:
وفي وعاء مغلق حجمه لتر واحد وجد أن ضغط غاز SO_3 قبل تفككه يساوي 3 atm عند درجة حرارة معينة
بلغ التفاعل حالة الاتزان فوجد إن الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي 4 atm احسب Kp للتفاعل عند الاتزان

الحل /

	$2\ SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2\ SO_{2(g)} + O_{2(g)}$		
الضغط / atm	2 SO3	2 SO2	O2
الضغوط الابتدائيه	3	0	0
التغير في الضغوط	- 2X	+2X	+X
الضغوط عند الاتزان	3 - 2X	2X	X

$P_T = P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2}$

$4 = (3 - 2X) + 2X + X$

$X = 1\ atm$

$P_{SO_3} = 3.0 - 2x = 3.0 - 2 \times 1 = 1\ atm$

$P_{SO_2} = 2X = 2 \times 1 = 2\ atm$

$P_{O_2} = X = 1\ atm$

خليط الاتزان

$$Kp = \frac{(P_{SO_2})^2 \times (P_{O_2})}{(P_{SO_3})^2} = \frac{(2)^2 \times (1)}{(1)^2} = 4$$

س وزاري: في وعاء حجمه لتر واحد وضع مول واحد من غاز NO_2 بدرجة حرارة معينة فوجد ان 40% من الغاز قد تفكك عند وصوله الى حالة الاتزان حسب التفاعل الاتي : $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ احسب ثابت الاتزان Kc للتفاعل

الحل /

بما ان V = 1 L ⟸ [ ] = n mol

النسبة المئوية للمتفكك من NO_2 $= \frac{\text{المتفكك من NO2}}{\text{التركيز الابتدائي (الاصلي) NO2}} \times 100\ \%$

$40\ \% = \frac{\text{المتفكك من NO2}}{1} \times 100\ \%$ ⟸ **المتفكك من** $NO_2 = \frac{40}{100} = 0.4$

المتفكك (التغير 2 X) من $NO_2 = 0.4$ ⟸ $0.2 = (X)$

التراكيز	$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$		
التراكيز الابتدائيه	1	0	0
التغير بالتراكيز	- 2 X	+2X	+ X
التراكيز عند الاتزان	1-2 X	2X	X

التراكيز عند الاتزان

$[O_2] = X = 0.2\ mol / L$

$[NO] = 2X = 0.4\ mol / L$

$[NO_2] = 1 - 2X = 1 - 0.4 = 0.6\ mol / L$

$$Kc = \frac{[NO]^2[O2]}{[NO2]^2} = \frac{[0.4]^2[0.2]}{[0.6]^2} = 0.09$$

تمرين 2 – 5 : للتفاعل الاتي : $2\ CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ CO_{(g)} + O_{2(g)}$ وضع في اناء حجمه لتر واحد 0.8mole من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان نصف كمية الغاز قد تفككت .احسب Kc ج / Kc = 0.2

س واجب ت : للتفاعل الافتراضي $2C \rightleftharpoons A + aB$ وضع 2mol من A و 5 mol من B في أناء حجمه لتر وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة أتزان فوجد أن مأستهلك من A مول واحد وما تبقى من B 2mol أحسب Kc للتفاعل ج / Kc = 0.5

س واجب ت : للتفاعل الاتي $2\ CO_{(g)} \rightleftharpoons 2\ C_{(s)} + O_{2(g)}$ سخنت كمية كافية من الكاربون بوجود الاوكسجين الذي كان تحت ضغط 1.4 atm في وعاء حجمه لتر وعند درجة حرارة معينة وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد أن ضغط غاز CO عند الاتزان = 0.8 atm جد Kp للتفاعل ؟
ج / Kp = 0.64

س وزاري : وضع 4mol من غاز SO_3 في وعاء حجمه 4L حتى وصل حاله الاتزان الغازي وجد ان الوعاء يحتوي على 2.4 mol من SO_2 عند الاتزان احسب ثابت الاتزان للتفاعل $2\ SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ ج / Kc = 0.675

س وزاري : وضع 0.1 mol من الغاز A في وعاء سعته لتر واحد وسخن لدرجه حراه معينه وجد عندها ان 0.05 mol من الغاز A قد تفكك عند بلوغ حاله الاتزان احسب ثابت الاتزان للتفاعل $2\ A \rightleftharpoons 2B + C$ ج / Kc = 0.025

ثانيا: ايجاد التراكيز من قيمه ثابت التوازن (Kp أو Kc)

هناك نوع من المسائل تكون قيمة ثابت الاتزان معلومة وتعطى تراكيز أو ضغوط جزئية ابتدائية للمواد المتفاعلة ويكون مطلوباًايجاد تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة عند حصول الاتزان

ملاحظة : ا يجب على الطالب ان يميز بين التراكيز او الضغوط الجزئية الابتدائية والتراكيزوالضغوط الجزئية عند حالة الاتزا)

مثال 2 : 5 في التفاعل الاتي $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ **خلط 0.5 mole من H_2 و 0.5 mole من I_2 في وعاء حجمه لتر وبدرجه حراره 430° C وصل التفاعل عند حاله التوازن فوجد ان ثابت الاتزان Kc لهذا التفاعل يساوي 5.29 احسب تراكيز المواد التي تمثل مزيج الاتزان علما** $\sqrt{5.29} = 2.3$

الحل /

$$[M] = \frac{n\ (mol)}{v\ (L)}$$

$$[H_2] = [I_2] = \frac{0.5\ (mol)}{1\ (L)} = 0.5\ mol\ /\ L$$

	$H_{2(g)}$ +	$I_{2(g)}$ ⇌	$2HI_{(g)}$
التراكيز الابتدائيه	0.5	0.5	0
التغير في التراكيز	– X (ماأستهلك من H_2)	- X	+2X
التراكيز عند الاتزان	0.5 – X (ماتبقى من H_2)	0.5 - X	2X – (ماتكون HI)

$$Kc = \frac{[HI]^2}{[H2]\ [I2]}$$

$$5.29 = \frac{[2X]^2}{[0.5 - X]\ [0.5 - X]} \Longrightarrow 5.29 = \frac{[2X]^2}{[0.5 - X]^2}$$

وباخذ الجذر التربيعي

$$2.3 = \frac{[2X]}{[0.5 - X]} \Longrightarrow X = 0.267\ mol/L$$

ا لتراكيز عند الاتزان

$[H_2] = [I_2] = 0.5 - 0.267 = 0.233\ mol\ /\ L$

$[HI] = 2 \times 0.267 = 0.534\ mol\ /\ L$

تمرين 2 – 4 : للتفاعل الاتي : $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$
وضع في اناء حجمه لتر واحد 4mole. 0 من كل من H2 وغاز Br 2 وبدرجة حرارة 425° C احسب تراكيز المواد التي تُكّون خليط الاتزان اذا علمت ان ثابت الاتزان لهذا التفاعل Kc يساوي 0.25
ج / $[H_2] = [Br_2] = 0.32$ / $[HB]=0.16$

تمرين 2 – 6 : وزاري 2017 ت في التفاعل الغازي الاتي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$
وضعت كميات مختلفة(مولات مختلفة) من H_2 و N_2 في إناء سعته لتر وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد أن ما استهلك من H_2 يساوي 0.3mole وما تبقى من N_2 يساوي 0.2 mole ما عدد مولات كل من H_2 و N_2 قبل التفاعل علماً بأن ثابت الاتزان Kc للتفاعل يساوي 200
ج / $n_{H2} = 0.4$ / $n_{N2} = 0.3$

س 2 - 18 : للتفاعل المتزن $2A_{(g)} \rightleftharpoons A_{2(g)}$ وجد انه عند وضع مول من A_2 في اناء التفاعل حجمه لتر واحد عند(STP)يصل التفاعل حالة الاتزان فوجد انه يتحلل 1% من A_2 ماقيمة Kc للتفاعل؟ وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع 0.01 M من A2 وعند ظروف التفاعل نفسها ؟
ج / $[A] = 0.002\ M$ / $Kc = 4 \times 10^{-4}$

س 2 - 21: في التفاعل المتزن الغازي وزاري 2014 (تمهيدي) $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$
وجد أنه ضغط PCl_3 الجزئي في الاناء المغلق ضعف ضغط Cl_2 الجزئي وعند وصول التفاعل الى موضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط Cl_2 يساوي 1atm فاذا علمت ان Kp للتفاعل يساوي 1/6 فما ضغطا غازي Cl_2 و PCl_3 في بداية التفاعل
ج / $P_{PCl3} = 2.8\ atm$ / $P_{Cl2} = 1.4\ atm$

س 2– 24: للتفاعل المتزن وزاري 2015 (خارج العراق) $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$
اناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من CO_2 و H_2 وبدرجة حرارة 2000K وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عندالاتزان تساوي3 mole ما تراكيز خليط الاتزان علماً بان ثابت الاتزان Kc يساوي 4 ؟
ج / $[CO] = [H_2O] = 1M$ / $[H_2] = [CO_2] = 0.5\ M$

س واجب ت: في التفاعل الغازي الاتي عند درجة حرارة معينة $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$ وضعت مولات مختلفة من NO و O_2 في أناء التفاعل حجمه لتر وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد أن المتكون من NO_2 يساوي 0.8 mol وتركيز كل من NO و O_2 متساويان و Kc = 10 جد عدد مولات NO و O_2 قبل التفاعل ؟
ج / 1.2 mol , 0.8 mol

س وازاي: تم خلط كميه من B ضعف كميه A في أناء تفاعل حجمه لتر $C \rightleftharpoons A + B$
وجد ان المتبقي من A = 2mol وان $Kc = \frac{1}{6}$ احسب التراكيز الاصليه لكل من A و B
ج / A = 4mol و B = 8 mol

س وازاي: وضع (0. 556 mol) من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق سعه لتر واحد حتى استتبب عند درجه حراره معينه حاله الاتزان الاتي : $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$ فوجد ان ثابت الاتزان عند درجه الحراره يساوي 9 ما تراكيز مكونات خليط التفاعل المتوازن
ج / $[H_2] = [Br_2] = 0.238\ M$ / $[HBr] = 0.079\ M$

العلاقة بين ثابتي الاتزان Kp و Kc

هنالك علاقة تربط بين ثابت الاتزان المعبر عنه بدلالة الضغوط الجزئية KP وثابت الاتزان المعبر عنه بدلالة التراكيز المولارية Kc وذلك حسب العلاقتين الاتيتين :

$$Kp = Kc \quad (RT)^{\Delta ng}$$

او بشكلها الآخر:

$$Kc = Kp \quad (RT)^{-\Delta ng}$$

Δng يمثل الفرق بين عدد المولات المواد الناتجه والمتفاعله في حالتها **الغازيه فقط** لذا وضع (g)

Kp يمثل ثابت التوازن بدلاله الضغوط الجزئية

Kc يمثل ثابت التوازن بدلاله التركيز المولاري

R = ثابت العام للغازات ويساوي $R = 0.082$ L . atm / K .mol

T = درجه الحراره المطلقه $T = t\,C° + 273$

والرمز Δng يعرف حسب العلاقة الاتية :

$$\Delta ng = \Sigma\, ng\ (Products) - \Sigma\, ng\ (Reactants)$$

نواتج **متفاعلات**

وتتوقف العلاقه بين Kc و Kp على قيمه Δng وكالاتي :

1- $\Delta ng = 0$ ⇨ $Kp = Kc$

2 – (يفضل تطبيق $Kp = Kc\,(RT)^{\Delta ng}$) $\Delta ng = +$ ⇨ $Kp > Kc$

3- (يفضل تطبيق $Kc = Kp\,(RT)^{-\Delta ng}$) $\Delta ng = -$ ⇨ $Kp < Kc$

أستعمالات العلاقه الربط Kp و Kc

1- ايجاد Kc بدلاله Kp وبالعكس 2- ايجاد حراره التفاعل

3- اذا كان التفاعل يتضمن غازات اعطيت بوحدات المولاريه واخرى بوحدات الضغط فيمكن تحويل التر كيز المولاري [ ] الى ضغط جزئي P وبالعكس من خلال القانون الاتي :

$$PV = nRT \Longrightarrow \frac{n}{v} = \frac{P}{RT}$$

$$[\ ] = \frac{P}{RT}$$ التركيز المولاري

ملاحظه

تكون (تراكيز – ضغط .....) للماده الصلبه = 1 لهذا يهمل من حسابات Kp و Kc
- **عند عملية الضرب × يكون [المادة الصلبة] = 1**
- **عند عملية الجمع او الطرح يكون [المادة الصلبة] = 0**

مثال 2-8 : في تفاعل ما $\Delta ng = -1$ و $Kc = 4.1$ بدرجهه حراره 227°C فما قيمه Kp لهذا التفاعل؟

الحل /

$T(K) = t(°C) + 273 = 227 + 273 = 500$ K

$K_P = Kc\ (RT)^{\Delta ng}$

$K_P = 4.1(0.082 \times 500)^{-1}$

$K_P = 4.1(41)^{-1}$

$K_P = 4.1\,(\frac{1}{41})$

$K_P = 0.1$

س وزاري 2015 / 3 : تتوقف العلاقة بين Kc و Kp على قيمة ----------

مثال 2 - 9: 2013 (تمهيدي) افترض حصول الاتزان للتفاعل الاتي عند درجة حرارة 300K .

$$NH_4HS_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$$

ووجد أن قيم الضغوط الجزئية لكل من غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي 0.3 atm احسب Kc و Kp للتفاعل

الحل / بما أن قيم الضغوط الجزئية عند الاتزان نطبق علاقة ثابت الاتزان مباشرة

$NH_4HS_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$ خليط الاتزان صلب (يهمل) 0.3atm 0.3atm $K_P = P_{NH_3} \times P_{H_2S} = (0.3)(0.3) = 0.09$ $\Delta ng = \Sigma ng_{(P)} - \Sigma ng_{(R)} = 2 - 0 = 2$ $K_c = K_p (RT)^{-\Delta ng}$	$K_c = 0.09(0.082 \times 300)^{-2}$ $K_c = 0.09 \times \frac{1}{(24.6)^2}$ $K_c = 0.09 \times \frac{1}{600}$ $K_c = \frac{9}{6} \times 10^{-4} = 1.5 \times 10^{-4}$

تمرين 2 - 7 : أحسب قيمه Kc للتفاعل المتزن التالي عند 500°C اذا علمت ان Kp للتفاعل تساوي 1.5×10^{-5} عند درجه الحراره نفسها

$$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

ج / Kc = 0.0 6

تمرين 2 -8 : أذا كانت قيمه Kc تساوي 1.6 عند 1 000°C بالنسبه للتفاعل التالي :

$$C_{(S)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$$

أحسب ضغط CO الجزئي في حاله الاتزان عندما يكون الضغط الجزئي في تلك الحاله لغاز CO_2 يساوي 0.6 atm

ج / Kp = 167 و $P_{CO} = 10$

س 2-1 : أملاء الفراغات التاليه

11 - عندما تكون KP أصغر من Kc فإن مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة ----------- من مجموع عدد مولات المواد الناتجة.

20 - في تفاعل متزن وجد ان $K_c = \frac{Kp}{RT}$ ما يدل على ان مجموع مولات المواد الغازية الناتجة في هذا التفاعل ------------- من مجموع مولات المواد الغازية المتفاعلة.

س 2-2 : اختر الجواب الصحيح

7- للتفاعل المتزن : $2NH_{3(g)} + 92KJ \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ قيمة K_P للتفاعل عند 25^5C يساوي 5.5×10^{-5} لذا فأن قيمة K_c للتفاعل يساوي

أ- 22513.3 ب- 9×10^4 ج- 0.03 د- كل الأجابات السابقة خاطئة

أ- 8- للتفاعل المتزن : $2Br_{(g)} \rightleftharpoons Br_{2(g)}$ قيمة K_P عند الأتزان 2258.4 بدرجة حرارة 4000k قيمة k_f للتفاعل تساوي 1.56 فأن قيمة k_b تساوي -------

أ- 0.2 ب- 20 ج- 7.8 د - كل الاجابات السابقة خاطئة .

س 2-11 : 2016/2 :عند تسخين غاز NOCl النقي الى درجه 240°C في اناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادله

$$2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$$

وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي 1 atm والضغط الجزئي لغاز NOCl يساوي 0.64 atm احسب :

1 - الضغوط الجزئية لكل من غازي Cl_2 وغاز NO 2- ثابت الاتزان Kc للتفاعل عند درجة الحرارة نفسها . ج/ $K_c = 4 \times 10^{-4}$

س 2-12 : التفاعل التالي يجري بدون عامل مساعد : $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الأتزان وجد أن الضغوط الجزئية $P_{NO_2} = 1.56$ atm و $P_{N_2O_4} = 0.377$ atm عند درجة حرارة 100C ° أحسب :1 - K_p و Kc للتفاعل

ج / Kp = 6.46 و Kc = 0.21

س 2-19 :وزاري2016 / 3 (خ) للتفاعل المتزن الاتي $aB_{(g)} \rightleftharpoons 3A_{(g)}$ وجد ان ثابت الاتزان Kc يساوي 147.6 وبدلالة Kp يساوي 6 بدرجة حرارة 27 °C جد قيمة a في المعادلة.

ج / a = 2

س 2-20 : للتفاعل المتزن الاتي

$$Ni_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons NiO_{(s)} + CO_{(g)}$$

بدرجة حرارة 727 °C وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO في الفرن يساوي 304 Torr والضغط الكلي يساوي 1 atm ما ثابت الاتزان Kc للتفاعل

ج / Kc = 1.5

س 2-25 : للتفاعل المتزن غير المتجانس : $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ بدرجة حرارة 800°C وجد ان ضغط CO_2 عند الاتزان يساوي 0.235 . atm احسب Kc للتفاعل عند درجة الحرارة نفسها

ج / Kc = 374. 8

س 2 – 26 :وضع 4g من غاز HF في وعاء حجمه 2L عند درجه حراره 27°C وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الاتية $H_{2(g)} + F_{2(g)} \rightleftharpoons 2HF_{(g)}$ فاذا كان Kp للتفاعل يساوي 1.21 احسب الضغط الجزئي لغاز HF عند الاتزان علماً بان الكتلة المولية للغاز تساوي 20 g/mole.

ج / $P_{HF} = 0.76$ atm

س 2-27 : اذا كانت درجة تفكك مول واحد من N_2O_4 الى NO_2 هي % 20 عند درجة 27 °C وضغط 1atm وفي اناء حجمه لتر واحد . احسب قيمة Kp للتفاعل. ملاحظه : النسبة المئوية للتفكك تساوي الجزء الى الكل مضروباً في 100

ج / Kp = 4.94

س وزاري:أحسب قيمةKp للتفاعل الاتي $Fe_3O_{4(S)} + 4H_{2(g)} \rightleftharpoons 3Fe_{(S)} + 4H_2O_{(g)}$ بدرجة حرارة معينة وعند وضع 3.6 mol من بخار الماء مع الحديد الساخن في وعاء حجمه لتر حيث يتكون 2.4 mol من H_2 عند الاتزان

ج / Kp = 16

اهمية ثابت الاتزان

لمعرفة قيمة ثابت الاتزان اهمية كبيرة حيث يمكن لقيمته العديدة :

أ - تحديد اتجاه التفاعل بعد الوصول الى حالة الاتزان ب - بيان العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة.

أ ـ معرفة أتجاه التفاعل من معرفه قيمه ثابت الاتزان

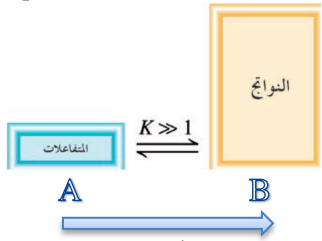
اذا اخذنا المثال البسيط الاتي : $A \rightleftharpoons B$

فاذا كانت قيمة $Kc = 100$ له فهذا يعني :

$$Kc = \frac{[B]}{[A]} \Longrightarrow 100 = \frac{[B]}{[A]}$$

$$[B] = 100\ [A]$$

ان تركيز [B] المتكون اكبر بمئة مرة تركيز [A] المتبقي



الشكل (4-4)

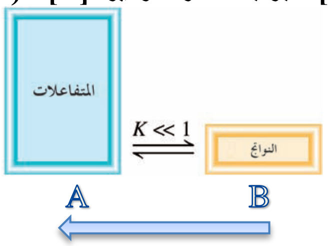
موضع الاتزان في أتجاه تكوين B (المادة الناتجة)
وهذا الشي مرغوب فيه وخاصة في الصناعة

اما اذا كانت قيمة $Kc = 0.01$ للتفاعل نفسه فهذا يعني :

$$Kc = \frac{[B]}{[A]} \Longrightarrow 0.01 = \frac{[B]}{[A]}$$

$$[A] = 100\ [B]$$

أي أن تركيز [A] اكبر بمئة مرة تركيز [B] (عند الاتزان)



الشكل (5-4)

موضع الاتزان

ملاحظة : أن تحديد أتجاه التفاعل من معرفة قيمة ثابت الاتزان لاتستخدم في تحديد أتجاه التفاعل قبل الوصول الى حالة الاتزان . أنما يستخدم 1- للتنبؤ بحالة الاتزان 2- والى المدى الذي تتحول فيه المواد المتفاعلةالى نواتج عند الاتزان

كقاعدة عامة :

1.اذا كانت قيمة ثابت الاتزان كبيرة جداً $(K_C \gg 1)$ أمامي $\longrightarrow$

دل ذلك على إن تركيز المواد الناتجة يكون كبيراً جداً عند الاتزان (وهذا الشي مرغوب فيه وخاصة في الصناعة)
و التفاعل يسير في الامامي .

2 . اذا كانت قيمة ثابت الاتزان صغيرة جداً $(K_C \ll 1)$ عكسي $\longleftarrow$

دل ذلك على أن تراكيز المواد الناتجة يكون صغيراً جداً عند حالة الاتزان، و التفاعل يسير في اتجاه واحد تقريباً هو الاتجاه الخلفي

3 .اذا كانت قيمة ثابت الاتزان تساوي الواحد الصحيح أو أي قيمة مقاربة له
[تركيز النواتج] = [تركيز المواد المتفاعلة]

مثال 2-10: من قيم ثوابت الاتزان Kc لكل من التفاعلات التالية تنبأ بحالة الاتزان لها.

$$2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2\,(g)} + F_{2(g)} \qquad K_c = 1 \times 10^{-95}$$

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} \qquad K_c = 8 \times 10^{25}$$

$$3H_2 + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \qquad K_c = 1.1$$

الحل /

1.التفاعل الاول قيمة ثابت الاتزان صغيرة جداًعند حالة الاتزان فان كمية المواد الناتجة F_2 و H_2 ضئيلة جداً لدرجة انه يمكن اعتبار ان مثل هذاالتفاعل يكاد لايحدث من الناحية العملية.

2.التفاعل الثاني قيمة ثابت الاتزان كبيرة جداً اي عند حالة الاتزان فان كمية المادة الناتجة SO_3 قد وصلت الى درجة قريبة من الاكتمال، وان تراكيز المواد المتفاعلة كمية ضئيلة جداً SO_2 و O_2 التي بقيت بدون تفاعل .لذا فمن الناحية العملية يكاد هذا التفاعل يكون تاماً.

3 . التفاعل الثالث قيمة ثابت الاتزان مقاربة للواحد الصحيح لذا فعند حالة الاتزان تكون كمية المواد المتفاعلة(غازي H_2 و N_2 وكمية المواد الناتجة (NH_3) متقاربة في تراكيزها.

واجب / تمرين 2 – 9: من قيم ثوابت الاتزان Kc لكل من التفاعلات التالية تنبأ بحالة الاتزان لها.

$$2H_2O_{(g)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \qquad Kc = 1.1 \times 10^{-81}$$

$$2CO_{(g)} + Cl_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2COCl_{2(g)} \qquad Kc = 0.99$$

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} \qquad Keq = 4.4 \times 10^{32}$$

س : 2-1 فرع 10 : في التفاعل المتزن الاتي $4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$

بدرجة حرارة معينة وجد Kc للتفاعل = $10^{28} \times 1$ فهذا يدل على أن موضع الاتزان يقع في اتجاه تكوين -------------

س : 2-1 فرع 14 : العلاقة بين ثابت الاتزان Kc وتراكيز النواتج علاقة-------------------

ب - العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة

من الضروري ان نلاحظ في الحالات كافة أن علاقة ثابت الاتزان في تفاعل ما**تتبع الصيغة التي تكتب بها المعادلة الكيميائية الموزونة** وسندرج هنا ثلاث قواعد يمكن اتباعها.

القاعدة الاولى : اذا عكس اتجاه تفاعل ما فإن ثابت الاتزان الجديد يساوي مقلوب ثابت الاتزان الاول :

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} \qquad (1)$$

فإن ثابت الاتزان لهذا التفاعل يعبر عنه كالاتي :

$$K_{C1} = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]}$$

وعند عكس هذا التفاعل :

$$2HCl_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \qquad (2)$$

$$KC2 = \frac{1}{KC1}$$

القاعدة الثانية : $K_{C2} = (K_{C1})^X$

اذا ضربت معادلة تفاعل ما في معامل معين(رقم مثلاً)
فان ثابت الاتزان الجديد يساوي قيمة ثابت الاتزان الاول مرفوع الى أس يساوي ذلك المعامل،

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} \qquad (1)$$

$$K_{C1} = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]}$$

فاذا ضرب هذا التفاعل في العدد $\frac{1}{2}$ فتصبح المعادلة :

$$\frac{1}{2} H_{2(g)} + \frac{1}{2} Cl_{2(g)} \rightleftharpoons HCl_{(g)} \qquad (2)$$

$$K_{C2} = (K_{C1})^{½} = \sqrt{K_{C1}}$$

القاعدة الثالثة :

اذا كان التفاعل ناتجاً من مجموع عدد من التفاعلات فان
ثابت الاتزان للتفاعل الكلي = حاصل ضرب ثوابت الاتزان لكل التفاعلات التي ينتج عن مجموعها .
فمثلاً لنأخذ التفاعلين المتزنين الاتيين :

$$C_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} \qquad k_{C1} = \frac{[Co]}{[O_2]^{½}} \qquad (1)$$

$$CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} \qquad k_{C2} = \frac{[CO2]}{[CO]\,[O2]^{½}} \qquad (2)$$

وبجمع التفاعلين نحصل على التفاعل الاتي :

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} \qquad k_{C3} = \frac{[Co2]}{[O2]}$$

$$Kc_3 = Kc_1 \times Kc_2$$

ملاحظه : الكاربون مادة صلبة لذا لا يتضمنها ثابت الاتزان.

فائده : ان ثابت الاتزان Kc للماده الواحده في المعادله الموزونه له أسمين 1- ثابت التفكك 2 - ثابت التكوين

مثال توضيحي : اذا علمت ان $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$ **وان** $Kc\ 1 = 4$
أحسب أ – ثابت تفكك 4mol من AB ب – ثابت تكوين مول واحد من AB
ج / أ – ثابت تفكك 4mol من AB
نقلب المعادله الرئيسيه وتضرب × 2

$$4AB \rightleftharpoons 2A_2 + 2B_2$$

$$K_{C2} = \frac{1}{K_{C1}} \Longrightarrow Kc2 = \frac{1}{(4)^2} = \frac{1}{16} = 0.06$$

ب - ثابت تكوين مول واحد من AB
نضرب المعادله الرئيسيه × $\frac{1}{2}$

$$\frac{1}{2} A_2 + \frac{1}{2} B_2 \rightleftharpoons AB$$

$$Kc3 = (4)^{1/2} = 2$$

مثال 2-11 : اذا كان ثابت الاتزان عند 100°C للتفاعل التالي يساوي 0.36

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

فما ثابت الاتزان للتفاعلات التالية عند درجة الحرارة نفسها :

$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$$

$$\frac{1}{2}\ N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons NO_{2(g)}$$

الحل :

نعتبر المعادله التي تحوي ثابت الاتزان هي المعادله الاولى (الرئيسيه)

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} \quad (1) \qquad KC1 = \frac{[NO_2]^2}{[N2O4]} = 0.36$$

المعادله (2) هي عكس المعادله (1) لذا فان KC 2 يساوي

$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)} \quad (2) \qquad KC\,2 = \frac{1}{0.36} = \frac{1}{0.36} = 2.8$$

ثانيا : المعادله (3) هي نتيجه ضرب المعادله (1) × بالعدد $\frac{1}{2}$

$$\frac{1}{2}\ N2O_{4\,(g)} \rightleftharpoons NO_{2\,(g)} \quad (3)$$

$$KC3 = \frac{1}{[\,KC1\,]^{½}} = \frac{1}{[\,0.36\,]^{½}} = \sqrt{0.36} = 0.6$$

واجب

تمرين 2-10 للتفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ثابت الاتزان له Kp= 0.39 بدرجه حراره 227°C فما قيمه Kc للتفاعل $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ بدرجه الحراره نفسها

ج / $Kc_2 = 0.06$

تمرين 2-11 للتفاعل الغازي $2NH_{3(g)} \rightleftharpoons 3H_{2(g)} + N_{2\,(g)}$ بدرجه حراره معينه وجد ان خليط الاتزان يحتوي على 0.02M من NH_3 و 0.1 M من N_2 وكذلك من H_2 ما ثابت الاتزان KC للتفاعل $\frac{3}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}N_{2\,(g)} \rightleftharpoons NH_{3(g)}$

ج / $Kc_2 = 0.5$

تمرين 2-12 وزاري 2013 / 2 وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه لترواحد وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي إلى حالة الاتزان، فوجد ان المتكون من غازالبروم 0.2mol حسب التفاعل $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ فما عدد عدد مولات HBr في خليط الاتزان لاناء اخر حجمه L=1 الناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات 2mol لكل منهما

ج / $n_{HBr} = 2.4$ mol

تمرين 2-13 وجد ان ثابت الاتزان للضغوط الجزئية بدرجه حراره 2000K لكل من التفاعلات التاليه هي :

$$\frac{1}{2}\ Br_{2(g)} + \frac{1}{2}\ F_{2(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)} \qquad K_p = 150$$

$$\frac{1}{2}\ Br_{2(g)} + \frac{3}{2}\ F_{2(g)} \rightleftharpoons BrF_{3\,(g)} \qquad K_p = 2.5$$

احسب ثابت الاتزان K_c للتفاعل $BrF_{3(g)} \rightleftharpoons BrF_{(g)} + F_{2(g)}$

$Kc = 0.366$

س : 2-2 اختر الجواب الصحيح

4 - اذا كانت قيمة Kc للتفاعل : $LiI_{(g)} \rightleftharpoons Li_{(g)} + \frac{1}{2}\ I_{2(g)}$ عند 300 K تساوي 640.3

فان قيمة Kc للتفاعل : $2\ Li_{(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2\ LiI_{(g)}$ عند درجة الحرارة نفسها تساوي.

أ - 25.3 ب - 41×10^4 ج - 15.6×10^{5} د -كل الاجابات السابقة خاطئة.

س 2-14 : يتزن التفاعل الآتي $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ عند درجة 377^5C وقيمة ثابتة الأتزان K_c تساوي 1.96 أحسب قيم ثوابت الاتزان للتفاعلات الآتية وبنفس درجة الحرارة

$$2NH_{3\,(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$ ج / $Kc = 0.51$

$$\frac{1}{2}\ N_{2(g)} + \frac{3}{2}\ H_{2(g)} \rightleftharpoons NH_{3\,(g)}$$ ج / $Kc = 1.4$

$$NH_{3\,(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2}\ N_{2(g)} + \frac{3}{2}\ H_{2(g)}$$ ج / $Kc = 0.7$

س : 2 – 15 ثابت الاتزان Kc يساوي 4.2×10^{-7} للتفاعل المتزن

$$CO2 + H2O \rightleftharpoons H^+ + HCO3^-$$

وKc يساوي 4.7×10^{-9} للتفاعل $CaCO_{3\,(S)} \rightleftharpoons CO_3^{2-} + Ca^{2+}$

وKc يساوي 4.8×10^{-11} للتفاعل $HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$

فما ثابت الاتزان Kc للتفاعل المتزن

$$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2\ HCO_3^-$$

ج / $Kc = 4.1 \times 10^{-5}$

س 2 -29 : وجد أن ثابت الأتزان بدلالة الضغوط الجزئية K_P بدرجة حرارة 1000 k للتفاعلات :

$C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)}$ $\qquad K_P = 2.9\times10^{10}$

$C_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$ $\qquad K_P = 5\times10^{20}$

أحسب ثابت الأتزان بدلالة K_C للتفاعل : $2CO_{(g)} + O_{2\,(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2\,(g)}$

ج / $Kc = 2.4\times10^{22}$

وزاري 3 / 2016 وضع 2 mol من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه 2L وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي إلى حالة الاتزان، فوجد ان المتكون من غازالبروم 0.4mol حسب التفاعل $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ فما عدد مولات HBr في خليط الاتزان لاناء اخر حجمه L= 2 الناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات 2mol لكل منهما

ج / $n_{HBr} = 2.4$ mol

س وزاري : في التفاعل الاتي $A + B \rightleftharpoons 2C$

تم خلط 2mol من كل من A و B في درجه حراره معينه وفي وعاء حجمه لتر واحد احسب عدد المولات المتفاعله والناتجه عند الاتزان علما ان Kc للتفاعل $\frac{1}{2}A + \frac{1}{2}B \rightleftharpoons C$ يساوي $\frac{1}{3}$

ج / 1.2 mol

س وزاري : اذا علمت ان Kp = 98.4 للتفاعل $2B \rightleftharpoons A$ بدرجه 27° C اوجد قيمه Kc للتفاعل $\frac{1}{2}A \rightleftharpoons B$

ج / Kc = 0.5

س : أحسب ثابت الاتزان Kc للتفاعل المتزن

$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + 2NH_{3(g)} \rightleftharpoons 2NH_4^{+} + CO_3^{2-}$

$NH_{3\,(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^{+} + OH^{-}$ $\qquad Kc_1 = 2\times10^{-5}$

$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_{3\,(aq)}$ $\qquad Kc_2 = 4\times10^{-7}$

$H_2CO_{3\,(aq)} \rightleftharpoons 2H^{+} + CO_3^{2-}$ $\qquad Kc_3 = 1\times10^{-8}$

$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^{+} + OH^{-}$ $\qquad Kc_4 = 1\times10^{-14}$

الحل / نلاحظ ان المعادلات الاربع الاولى هي معادلات Kc معلومه

ولاجل ان نجد معادلة التفاعل المطلوب ثابت الاتزان لها Kc لها فاننا نحتاج

اولاً لضرب معادلة التفاعل الاولى × 2

ثانياً : نقلب معادلة التفاعل الرابعة ونضرب × 2

فيصبح ترتيب المعادلات كالاتي :

$2NH_{3\,(g)} + 2\cancel{H_2O_{(l)}} \rightleftharpoons 2NH_4^{+} + 2\cancel{OH^{-}}$ $\qquad Kc_1 = (4\times10^{-5})^2$

$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons \cancel{H_2CO_3}_{(aq)}$ $\qquad Kc_2 = 4\times10^{-7}$

$\cancel{H_2CO_3}_{(aq)} \rightleftharpoons \cancel{2H^{+}} + CO_3^{2-}$ $\qquad Kc_3 = 1\times10^{-8}$

$2\cancel{H^{+}} + 2\cancel{OH^{-}} \rightleftharpoons 2\cancel{H_2O_{(l)}}$ $\qquad Kc_4 = \frac{1}{(1\times10^{-14})^2}$

$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + 2NH_{3(g)} \rightleftharpoons 2NH_4^{+} + CO_3^{2-}$

$Kc = Kc_1 \times Kc_2 \times Kc_3 \times Kc_4$

$Kc = 16\times10^{-13}$



حاصل التفاعل (Q) :

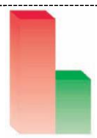
قيمة افتراضية لثابت الاتزان تحسب في لحظة ما خلال التفاعل للتنبؤ بوصوله الى حالة الاتزان ويعبر عن حاصل التفاعل بنفس العلاقة المستعملة للتعبير عن ثابت الاتزان ولكن لحاصل التفاعل لاتكون التراكيز المستخدمة بالضرورة هي قيم التراكيز عند حالة الاتزان.

يمكن لنا في أي لحظة من التفاعل معرفة اتجاه التفاعل أو حالة الاتزان إذا أمكن لنا معرفة تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة في تلك اللحظة .

$$Q = \frac{[\text{نواتج}]}{[\text{متفاعلات}]}$$

والفرق الرئيسي بين (Q) و (Kc) هو ان التراكيز المستخدمة في علاقة (Q) هي ليست بالضرورة القيم عند وصول التفاعل الى حالة الاتزان

التنبؤ باتجاه سير التفاعل (حالة الاتزان) من خلال المقارنة بين قيمة (Kc) وقيمة (Q) وحسب الاتي

المخطط	 (Kc) < (Q) النواتج ← المتفاعلات	 (Q) (Kc) حالة الاتزان :لا تغير في تراكيزالمواد المتفاعلة والناتجة	 (Kc) > (Q) النواتج → المتفاعلات
المقارنه	(Kc) < (Q)	(Q) = (Kc)	(Kc) > (Q)
الاتزان	ينزاح الاتزان نحو اليسار(عكسي)	لاينزاح الاتزان الى اي جهه	ينزاح الاتزان نحواليمين
كميات المتفاعلات والنواتج	تكون تراكيز النواتج اعلى من تراكيز ها عند الاتزان، **لذا فانها تتناقص للوصول الى حالة الاتزان، فيتجه التفاعل من اليمين (النواتج) الى اليسار (المتفاعلات.)**	فان النظام في هذه الحالة في حالة اتزان، وتراكيز النواتج والمتفاعلات تراكيز اتزان أي ستبقى ثابته	تكون تراكيز النواتج اقل من تراكيز ها عند الاتزان، **لذا فانها تتزايد للوصول الى حالة الاتزان، وليحدث ذلك يتجه التفاعل من اليسار (المتفاعلات .)الى اليمين(النواتج)**

أهمية حاصل التفاعل (Q)

1- التنبؤ بحاله الاتزان ا و اتجاه سير التفاعل من خلال مقارنه قيمه ثابت الاتزان مع قيمه حاصل التفاعل

2- معرفه حجم اناء التفاعل

3- معرفه تركيز المواد المتفاعله والناتجه في اي لحظة من التفاعل (حيث لايمكن ان تكون قيمه اي منها تساوي صفر)

مثال 2-12 : ثابت الاتزان للتفاعل عند 500°C هو 0.06 ادرس الحالات التالية وقرر اتجاه سير التفاعل(علماً بأن جميع التراكيز معبراً عنها بوحدة (mole/L)

$$3H_2 + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

	$[NH_3]$	$[N_2]$	$[H_2]$
(1)	0.001	0.00001	0.002
(2)	0.0002	0.000015	0.354
(3)	0.0001	5.00	0.01

الحل : نجد قيمة (Q) لكل حاله ونقارنها مع قيمه (Kc) للتنبؤ بسير التفاعل

$$Q = \frac{[NH3]^2}{[H2]^3\ [N2]} = \frac{(0.001)^2}{(0.002)^3 \times 0.00001} = \frac{1\times 10^{-6}}{8 \times 10^{-9} \times 1\times 10^{-5}} = 10^{6} \times 1.2 \qquad (1)$$

(Kc) ← < (Q) (أي ان التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي)

والنظام ينزاح نحو اليسار[باتجاه المتفاعلات]الى ان يصل التفاعل الى

$$Q = \frac{[NH3]^2}{[H2]^3\ [N2]} = \frac{(0.002)^2}{(0.354)^3 \times (0.000015)} = 0.06 \qquad (2)$$

بما أن Q = (Kc) إذن التفاعل في حالة اتزان

$$Q = \frac{[NH3]^2}{[H2]^3\ [N2]} = \frac{(0.0001)^2}{(0.01)^3 \times 5} = 0.002 \qquad (3)$$

نجد (Q) → > (Kc) (أي ان التفاعل يسير بالاتجاه الامامي)

والنظام ينزاح نحو اليمين[باتجاه النواتج]الى ان يصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة.

س : كيف يمكن الاستدلال على أستخدام حاصل التفاعل Q عند الاجابة عن الاسئلة

ج /1- وجود تراكيز مولاريه او ضغوط جزئيه او مولات في جميع المواد المتفاعله والناتجه (قبل التفاعل)

2- وجود قيمه ثابت الاتزان او يمكن حسابه (عند الاتزان)

3 – لاتوجد اشاره او رقم يدل على اتجاه سير التفاعل عند التوازن

س : عندما يكون حاصل التفاعل أصغر من ثابت الاتزان يترجح التفاعل الامامي

ج / لان تراكيز المواد الناتجة اقل مما عليها عند الاتزان فتزداد للوصول الى حاله الاتزان ولكي يتم ذلك يتجه التفاعل الاتجاه الامامي

س وزاري : للتفاعل الاتي $A + B \rightleftharpoons 2C$ كان خليط الاتزان يتضمن (5M) من C و(1 M) من كل من A , B أحسب عدد مولات خليط الاتزان في وعاء اخر عند مزج (10 mol) من كل من A , B , C وفي نفس درجه الحراره وفي وعاء حجمه لتر

الحل /

1) في الاناء الاول

$$A + B \rightleftharpoons 2C$$

1 1 5

خليط الاتزان

$$Kc = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{[5]^2}{[1][1]} = 25$$

2) في الاناء الثاني تم مزج (10 mol) من كل من المواد المتفاعله والناتجه لذا يجب معرفه اتجاه التفاعل

$V = 1\ L \Rightarrow n\ (mol) = M$

$$Q = \frac{[10]^2}{[10][10]} = = 1$$

Kc = 2 5
Q = 1
$Kc > Q$
التفاعل يتجه بأتجاه النواتج(امامي)

	A +	B ⇌	2 C
التراكيزالابتدائيه	10	10	10
التغير في التراكيز	- X	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	10- X	10-X	10 + 2X

$$Kc = \frac{[C]^2}{[A][B]} \Rightarrow 25 = \frac{[10+2X]^2}{[10-X][10-X]}$$

$$5 = \frac{[10+2X]}{[10-X]} \Rightarrow 50 - 5X = 10 + 2X$$

$$7X = 40 \Rightarrow X = \frac{40}{7} = 5.7\ M = [A] = [B] = [C]$$

$[\ ] = n_A = n_B = 10 - X = 10 - 5.7 = 4.3\ mol$

$[\ ] = n_C = 10 + 2X = 10 + 2(5.7) = 10 + 11.4 = 21.4$

واجب

تمرين 2- 14: وزاري 2015 للتفاعل الغازي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ ثابت الاتزان K_c له يساوي 9

1 – هل ان مزيج مكون من 2mol كل الغازات (H_2- N_2-NH_3) في وعاء حجمه 1L يمثل حاله اتزان ولماذا

2 - لو افترضنا ان المزيج غير متزن،ماحجم الإناءاللازم لجعله متزناً ؟ ج / V = 6 L

تمرين : 2- 15 في اناء حجمه 2L سخن 1.4mol من مزيج الغازات (H_2-Br_2 - HBr) الى درجه حراره معينه حتى وصل الى حاله الاتزان فاذا علمت ان ثابت الاتزان لتكوين مول واحد من HBr من غازي (H_2-Br_2) بدلاله الضغوط الجزئيهK p يساوي 0.25 فما عدد مولات المواد الناتجه والمتبقيه في الاناء عند الاتزان ج / nH_2 = nBr_2 = 1 .86 / nHBr = 0.46

س 2-1 فرع 12 اذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل أصغر من ثابت الاتزان Kc للتفاعل فأن التفاعل يتجه نحو المواد---

---

س : 2-2 اختر الجواب الصحيح

1 -ثابت الاتزان Kc للتفاعل المتزن $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ عند درجه حراره 727°C تبلغ 4.17×10^{-2} فإن اتجاه التفاعل عند خلط 0.4M من SO_3 و 0.1 M من O_2 و 0.2 M من SO_2 تكون باتجاه ------------

---

9- للتفاعل المتزن : $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ ثابت الاتزان Kp = 2
فإن التفاعل يتجه نحو النواتج عندما تكون التراكيز للمواد الناتجة والمتفاعلة(بوحدات mole/L) هي الاتي .

س :2– 17 ثابت الاتزان Kc يساوي 19.9 بدرجه حراره 2500 K للتفاعل المتزن $2ClF_{(g)} \rightleftharpoons Cl_{2(g)} + F_{2(g)}$
ماذا يحدث لحاله الاتزان اذا كانت تراكيز الخليط $[Cl_2] = 0.2$ M و $[F_2] = 1$ M و [ClF] = 1.2 M ج / Q = 7.2

س 2-30 : في وعاء مغلق حجمه لتر واحد يتفاعل غاز CO مع بخار الماء وتكون غاز CO_2 وH_2 بدرجة حرارة 700K ما تراكيز خليط الغازات عند وصولها الى حالة الأتزان اذا تم وضع مول واحد من كل من المتفاعلات و النواتج علما أن ثابت الأتزان Kc لهذا التفاعل يساوي 5.29 ($\sqrt{5,29}$ =2.3) ج / $[CO_2] = [H_2] = 1.394$ mol/L/ $[CO] = [H_2O] = 0.606$ mol/L

س وزاري2016 / 3 (خ) :التفاعل الغازي التالي $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ في وعاء حجمه 2L سخن 0.4mol من كل من الغازات (H_2 , I_2 , HI) وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان . أحسب عدد مولات الخليط عند الاتزان أذا علمت أن Kc للتفاعل : $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ يساوي 0.25 ج / $nH_2 = nI_2 = 0.3$ mol و n HI = 0.6 mol

---

س وزاي: وضع 2mol من $HCl_{(g)}$ في وعاء حجمه 1L وبدجه حراره معينه وصل التفاعل الى حاله اتزان وجد ان المتبقي من HCl يساوي 1mol أحسب عدد مولات خليط الاتزان في وعاء اخر له نفس الحجم عند مزج 2mol من كل من الغازات ($HCl_{(g)}$ - $Cl_{2(g)}$ - $H_{2(g)}$) وفي نفس دجه الحراره $2HCl_{(g)} \rightleftharpoons Cl_{2(g)} + H_{2(g)}$ ج / n Cl_2 = n H_2 = 1.5 mol و n HCl = 3mol

---

س وزاي : سخن (0.9 mol) من كل من (H_2 و I_2 و HI) في وعاء حجمه لتر واحد لدرجة حرارة معينة حتى وصل الى حالة الاتزان فوجد أن Kp لتكوين مولين من HI من تفاعل غازي(H_2 و I_2) يساوي 49 احسب عدد مولات كل مادة عند الاتزان ج / $nH_2 = nI_2 = 0.3$ mol و n HI = 2.1 mol

تحديد اتجاه التفاعل دون الاعتماد على حاصل التفاعل

يمكن تحديد اتجاه التفاعل لخليط من المواد دون الاعتماد على قيمه حاصل التفاعل من خلال ملاحظه

أ – **التغير بالتراكيز** : اي عباره يفهم منها ان النواتج ازدادت بعد وصول التفاعل للاتزان فالتفاعل امامي
واي عباره يفهم منها ان المتفاعلات ازدادت بعد وصول التفاعل للاتزان فالتفاعل عكسي

ب – **التسخين والتبريد** :

اذا وردت عباره (ارتفعت درجه حراره التفاعل (لوحدها بدون عامل خارجي كالتسخين) **فيتأرجح الباعث للحراره**

اذا وردت عباره (انخفضت درجه حراره التفاعل (لوحدها بدون عامل خارجي كالتبريد) **فيتأرجح الماص للحراره**

س وزاري 2016 (خارج العراق): في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ في اناء حجمه لتر وضع 4 mol من A و 8 mol من C مع كمية من B وعند الوصول الى حاله الاتزان وجد ان الاناء يحتوي على 4 mol من B أحسب Kc اذا علمت ان حاصل التفاعل يساوي 16

الحل / $V = 1\ L \Longrightarrow [\ ] = n$

$2A + B \rightleftharpoons 3C$

4   Y   8

عند الاتزان   4

$$Q = \frac{[C]^3}{[A]^2\,[B]}$$

$$16 = \frac{[8]^3}{[4]^2\,[B]}$$

$$B = \frac{[8]^3}{[4]^2 \times 16} = 2$$

التركيز الابتدائي [B] = 2
التركيز عند الاتزان [B] = 4
كميه الماده المتفاعله B زادت
فنستنتج ان اتجاه التفاعل عكسي ←

	$2A$	$+ B \rightleftharpoons$	$3C$
التراكيزالابتدائيه	4	2	8
التغير في التراكيز	2X	X	-3X
التراكيز عند الاتزان	4 + 2X	2 + X 4	8 - 3X

$[B] = 2 + X \Longrightarrow 4 = 2 + X \Longrightarrow X = 4 - 2 = 2$

التركيز عند الاتزان $[A] = 4 + 2X = 4 + 2(2) = 8$

$[C] = 8 - 3X = 8 - 3(2) = 2$

$$Kc = \frac{[C]^3}{[A]^2\,[B]}$$

$$Kc = \frac{[2]^3}{[8]^2\,[4]} = \frac{1}{32} = 0.03$$

س وزاري : في التفاعل الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ في اناء حجمه لتر وضع 3mol من B وكميات غير متساويه من C,A وعند الوصول الى حاله الاتزان وجد ان الاناء يحتوي على 2mol من كل من A , B أحسب عدد مولات C,A قبل بدء التفاعل علما ان Kc =27

الحل / $V = 1\ L \Longrightarrow [\ ] = n$

	$2A$	$+ B \rightleftharpoons$	$3C$
التراكيزالابتدائيه	Y	3	Z
التغير في التراكيز	- 2X	-X	3X
التراكيز عند الاتزان	Y- 2X (2)	3 -X (2)	Z - 3X

التركيز الابتدائي [B] = 3
التركيز عند الاتزان [B] = 2
بما أن كميه الماده المتفاعله B قلت عند الوصول الى حاله الاتزان
فنستنتج ان التفاعل امامي →

تركيز B عند الاتزان $[B] = 3 - X = 2 \Longrightarrow X = 3 - 2 = 1$

(نجد قيمه Y) $Y - 2X = 2 \Longrightarrow Y - 2 = 2 \Longrightarrow Y = 4$

$$Kc = \frac{[C]^3}{[A]^2\,[B]} \Longrightarrow 27 = \frac{[Z-3X]^3}{[2]^2\,[2]} \Longrightarrow 27 = \frac{[Z-3]^3}{[2]^3}$$

وبالجذر التكعيبي

$$3 = \frac{Z-3}{2} \Longrightarrow 6 = Z - 3 \Longrightarrow Z = 3\ M = [C]$$

واجب

س 2- 16 وزاري2016/2خ في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ وفي اناء حجمه لتر واحد وضع3 mol من B مع مولات مختلفه من C , A وعند وصول التفاعل الى حاله الاتزان وجد ان اناء التفاعل يحتوي على 6 mol من C وكذلك 6 mol من A . ما عدد مولات كل من C , A قبل بدء التفاعل علما بان Kc للتفاعل = 1.5 ج : A = 4 mol , C = 9 mol

---

س : 2-22 وزاري 3 / 2013 للتفاعل الغازي الباعث للحرارة $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$
وفي اناء تفاعل حجمه لتر واحد وضعت مولات متساويه من I_2 و H_2 وضعفها من HI فوجد ان حرارة الاناء ارتفعت لحين استتباب حالة الاتزان ووجد ان الاناء يحتوي على 1mol من HI و 2mol من I_2 و 2mol من H_2 احسب :
1 - تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل. 2 – Kc للتفاعل ج / $[H_2] = [I_2] = 1.25$ و $[HI] = 2.5$ - 2 Kc = 4

واجب

س وزاري : التفاعل الغازي التالي $A + B \rightleftharpoons 2C$ الباعث للحراره وضعت مولات متساويه من A وB وضعفها من C ارتفعت حراره الاناء لحين استتباب حاله الاتزان وجد ان الوعاء يحتوي على 2mol لكل من A,B وعدد مولات C = 1 احسب تراكيز مكونات المزيج قبل بدء التفاعل

ج / [A] = [B] = 1.25 M / [C] = 2.5 M

س وزاري : في التفاعل الاتي $3C \rightleftharpoons A + 2B$ تم خلط 1 mol من الماده A مع كميات مختلفه من C و B في اناء حجمه لتر واحد بدرجه 25° C وصل التفاعل الى حاله اتزان ووجد ان المستهلك من A = 0.1 mol والمتبقي من B = 0.9 mol احسب كميه B و C قبل التفاعل علما ان $Kp = \frac{1}{2}$ للتفاعل $\frac{2}{3}B + \frac{1}{3}A \rightleftharpoons C$

ج / 1.1 mol و 0.15 mol

العلاقه بين الطاقه الحره Δ G وقيمه حاصل التفاعل Q

سبق وان شرحنا الاتزان الفيزيائي (الفصل الاول) وطبقت على علاقه كبس

وكذلك شرحنا الاتزان الكميائي بمعرفه قانون فعل الكتله

مثال : للتفاعل التالي $aA + bB \rightleftharpoons gG + hH$

ومن الضروري تفسير الاتزان بمعرفه علاقات ثرمو ديناميكيه

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a[B]^b} \quad (1)$$

Δ G = الطاقه الحره غير القياسيه

Δ G° = الطاقه الحره القياسيه

R = تمثل ثابت الغازات بوحده الطاقه (R = 8.314 J/K.mol) في الثرمودواينمك

T = تمثل درجه الحراره بوحده الكلفن K

وبما ان حاصل التفاعل يساوي $Q = \frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a[B]^b}$

لذا يمكن كتابه المعادله (1) بالصيغه

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q \quad (2)$$

(علاقه تربط Δ G مع Δ G°)

وعند وصول التفاعل الى حاله الاتزان Δ G = 0 يصبح

(حاصل قسمه) Q = Keq (ثابت الاتزان)

لذا تصبح معادله رقم (2)على الصوره التاليه

$$\Delta G^\circ = - RT \ln Keq \quad (\text{عند الاتزان})$$

وتُعَدُّ هذه المعادلة من اهم المعادلات في الثرموداينمك لانها تمكننا من معرفة التغير في الطاقة الحرة القياسية ΔG° من معرفة قيمة ثابت الاتزان Keq والعكس صحيح .

الجدول 2-2 العلاقة بين ΔG و K_{eq} حسب المعادلة: $\Delta G^\circ = - RT \ln K_{eq}$

K_{eq}	$\ln K_{eq}$	ΔG°	الملاحظات
1 <	موجبة	سالبة	يجري التفاعل تلقائياً من التفاعلات الى النواتج
1 =	0	0	التفاعل في حالة التوازن
1 >	سالبة	موجبة	لا يجري التفاعل تلقائياً وانما يحدث التفاعل الانعكاسي اي تتحول النواتج الى المتفاعلات تلقائياً

علل : كلما زادت قيمه Keq ايجابيا (عدديا بالاتجاه الموجب) زادت زياده تلقائيه التفاعل

ج / لان Δ G° تكون ذات قيمه سالبه اعلى

فائده

أ - ان الرمز (ln) يعني اللوغارتم الطبيعي للاساس (e) ويمكن ايجاد قيمه Keq باخذ عكس قيمه (ln)

1- العلاقه التي تربط log و ln (ln X = 2.303 log X)

2 - ln 10 = 2.303

ب- يجب توحيد الوحدات حيث R هو ثابت (R = 8.314 J/K.mol)

لذا فان Δ G° يجب ان تقاس بوحده J

$$\Delta G^\circ \text{ J/mol} = \text{K J/mol} \times \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ KJ}}$$

ج - درجه الحراره تقاس بوحده الكلفن في الظروف القياسيه

T(K) = t (°C) + 273 = 25 + 278 = 298 K

3– يمكن اعتبار حاصل ضرب القيمه (- 8.314 × 2 98) = - 2477.57

س : أحسب الطاقه الحره القياسيه لتفاعل في درجه حراره $25°C$ اذا علمت ان التفاعل في حاله الاتزان

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)}$$

وان $[H_2] = [Cl_2] = 1M$ وان $[HCl] = 10M$ (علما $\ln 10 = 2.303$)

الحل /

$$Keq = \frac{[HCl]^2}{[H2]\ [Cl2]} = \frac{[10]^2}{[1]\ [1]} = 100$$

$$\Delta G° = -RT \ln Keq = -8.314 \times 298 \times \ln 100 = -2477.57 \times \ln 10^2$$

$$\Delta G° = -2477.57 \times 2\ln 10 = -2477.57 \times 2 \times 2.303$$

$$\Delta G° = -2477.57 \times 2 \times 2.303 = -11411.825 \ J/.mol$$

مثال 2 -13 :

اذا علمت $\Delta G°$ للتفاعل التالي تساوي $\Delta G° = -104\ KJ/mol$ عند درجه حراره 25C وضغط 1atm

$$CCl_{4(l)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons HCl_{(g)} + CHCl_{3(l)}$$

أحسب ثابت الاتزان الاتزان Keq عند الظروف نفسها علما بان $\ln 1.7 \times 10^{18} = 42$

الحل /

$$T(K) = t(°C) + 273 = 25 + 278 = 298\ K$$

$$\Delta G°\ (J/.mol) = \Delta G°\ (KJ/.mol) \times \frac{1000\ (J)}{1\ (KJ)}$$

$$\Delta G°\ (J/.mol) = 140\ (KJ/.mol) \times \frac{1000\ (J)}{1\ (KJ)} = -104000\ J/mol$$

يجب توحيد وحدات $\Delta G°$ مع R
$R = 8.314\ J/K.mol$

وباستخدام العلاقه

$$\Delta G° = -RT \ln Keq$$

$$-104000\ J/mol = -8.314\ J/K.mol \times 298\ K \times \ln Keq$$

$$-104000\ J/mol = -2477\ J/.mol \times \ln Keq \Rightarrow \ln Keq = \frac{-104000}{-2477}$$

$$\ln Keq = 42 \Rightarrow Keq = \ln^{-1} 42 \Rightarrow Keq = 1.7 \times 10^{18}$$

$\ln 1.7 \times 10^{18} = 42$

تمرين 2- 16 : أحسب ثابت الاتزان Kp للتفاعل التالي عند درجه $25°C$ وضغط 1atm

$$2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

اذا علمت ان الطاقة الحرة القياسية لتكوين الماء هي : $\Delta Gf°(H_2O) = -237kJ/mol$

وبين هل يحدث هذا التفاعل تلقائياً في درجه $25°C$ علما بان $\ln 8.3 \times 10^{-84} = -191$ **ج / $Kp = 8.3 \times 10^{-84}$**

2-33 : وضح الفرق بين ΔG و$\Delta G°$ و أكتب العلاقة بينهما متى تكون قيمة ΔG تساوي $\Delta G°$ اثبت ذلك حسابيا ؟

س 2-34: اذا علمت أن ثابت التأين الذاتي للماء عند درجة حرارة $25\ °C$ وضغط 1atm تساوي 1×10^{-14} أحسب قيمة $\Delta G°$

للتأين $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ (علما ان $\ln 10 = 2.303$) **ج / 79882 J / mol**

س واجب ت: ثابت الاتزان لتفاعل ما عند $25°C$ يساوي 1×10^{-5} و $\Delta S_r°$ للتفاعل نفسه يساوي (-0.5 KJ/K.mol)

أحسب $\Delta Hr°$ للتفاعل ؟ ج / $\Delta Hr° = -120$ kj

س وزاري 2016 / 3 (خ) : تكون قيمة ΔG تساوي $\Delta G°$ عندما -----------------------

---

وزاري : وجد ان ثابت الاتزان للتفاعل

$$CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$$

عند درجه حراره $25°C$ تساوي 10 أحسب $\Delta Gf°$ ل CO اذا علمت ان $\Delta Gf°$ لكل من

$\Delta Gf°\ H_2O = -228.6\ Kj/mol$ و $\Delta Gf°\ CO_2 = -394.4\ Kj/mol$

ج / $\Delta Gf°\ CO = -137\ Kj/mol$

س وزاري : أحسب الطاقه الحره القياسيه لتفاعل في درجه حراره $25°C$ اذا علمت ان التفاعل في حاله الاتزان وان

ثابت الاتزان $= 8 \times 10^8$ **ج / $\Delta G° = -50696$**

رحلة التفوق في السادس

قاعدة لو شاتليه

حاله الاتزان الكيميائي هي نقطه التعادل بين التفاعلين الامامي والخلفي حيث تكون

1 - معدل سرعة التكوين(الامامي) = معدل سرعة التفكك (الخلفي)

2 - تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة عند حالة الاتزان ثابتة دون تغير مالم يحدث أي تغيير على ظروف التفاعل

فاذا حدث تغير في ظروف التجربه يحدث بعض الاضطراب في نقطه التعادل هذه الامر الذي يقود لانتقال موضع الاتزان بحيث يتكون جزء قليل او كثير من الناتج المطلوب ويعبر عن

تغير موضع الاتزان :بأنه مدى انحراف أوانزياح الاتزان الكيميائي ناحية تكوين المواد الناتجة أوالمتفاعلة لتفاعل متزن

العومل الخارجيه التي تؤثر على حاله التوازن الكيميائي :

1- التغير في التركيز المولاري للمواد 2- التغير في الضغط 3- التغير في درجه الحراره 4- تأثير العامل المساعد

ولدراسة تأثير العوامل الخارجية على موضع الاتزان وجد العالم الفرنسي لو شاتليه قاعدة يمكن بواسطتها التنبؤباثر المؤثر الخارجي في اتجاه سير التفاعل (موضع الاتزان)

قاعده لو شاتلية

(اذا اثر مؤثر خارجي، مثل تغير التركيزاو الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان، فان هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة)

اهميه قاعده لو شاتليه : يمكن التنبؤ بالتغير الذي يحدث عند حاله الاتزان

ويشبه هذا المبدأ قانون نيوتن في الانظمة الميكانيكية والذي ينص على أن (لكل فعل رد فعل مساو له بالقيمة ومعاكس له في الاتجاه)

وتنحصر المؤثرات الخارجية التي تؤدي الى الاخلال بحالة الاتزان فيما ياتي :

1- تأثير التغير فى تراكيز المواد المتفاعلة أو الناتجة على حاله الاتزان

درسنا سابقا ان هناك علاقه طرديه بين التركيز المولاري وسرعه التفاعل $R \quad \alpha \quad [\ ]^n$

وسوف نوضح تأثير عمليه الاضافه والسحب للتراكيز على

1 - حاله الاتزان 2 -تراكيز المواد المتفاعله والناتجه 3 – قيمه ثابت الاتزان

(و التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديد في موضع جديد)

عند الاضافه : **تزداد سرعه التفاعل من الطرف الذي حصل فيه الاضافه لاستهلاك الزياده الحاصله في التركيز والعوده من الجديد الى حاله التوازن حسب قاعده لوشاتليه**

عند السحب : **تزداد سرعه التفاعل باتجاه الطرف الي حصل فيه النقصان للتعويض عن النقص الحاصل في التركيز والعوده من الجديد الى حاله التوازن حسب قاعده لوشاتليه**

ملاحظة : **أذا كانت المادة المضافة او المسحوبة (مادة الصلبه اوالسائله) فانها لاتوثرعلى حالة الاتزان**

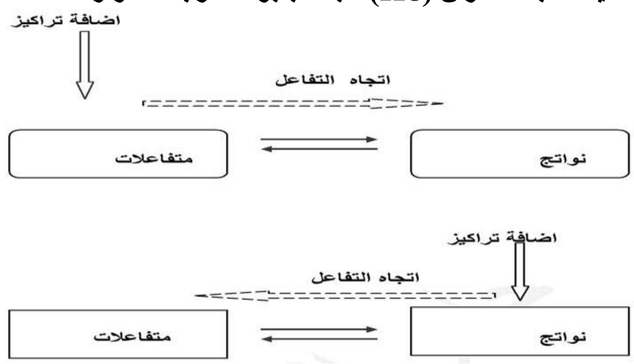
عند الاضافة

- **تختل حاله التوازن**
- **تتغير التراكيز بتغير اتجاه سرعه التفاعل** $R \quad \alpha \quad [\ ]^n$

أ – اذا كان أتجاه التفاعل باتجاه النواتج تزداد تراكيزالنواتج

ب - اذاكان أتجاه التفاعل باتجاه المتفاعلات تزداد تراكيزالمتفاعلات

- **قيمه ثابت الاتزان (KC) ثابته بثبوت درجه الحراره**



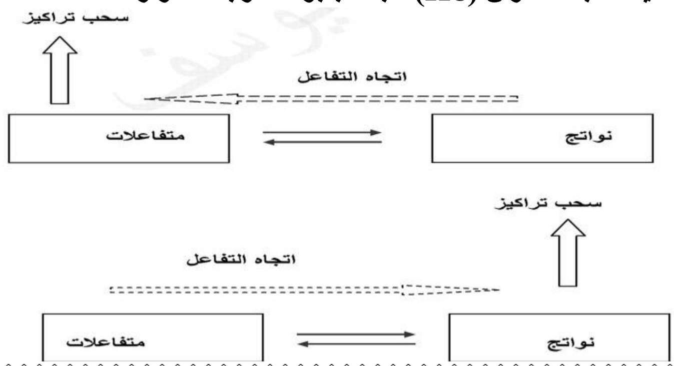
عند السحب

- **تختل حاله التوازن**
- **تتغير التراكيز**

أ – اذا كان أتجاه التفاعل باتجاه النواتج تزداد تراكيزالنواتج

ب – اذا كان أتجاه التفاعل باتجاه المتفاعلات تزداد تراكيزالمتفاعلات

- **قيمه ثابت الاتزان (KC) ثابته بثبوت درجه الحراره**



مثال : في تفاعل هابر لانتاج الامونيا المتزن الآتي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$
يمكن الاستناد إلى قاعدة لو شاتليه للتنبؤ بالتغير الذي يحدث في حالة الاتزان،

أ- تأثير الاضافه في تراكيز المواد المتفاعلة
(يتجه التفاعل نحو النواتج أي نحو اليمين للتخلص من الزياده الحاصله في المتفاعلات)
والعوده للاتزان حسب قاعده لوشاتليه

ب- تأثير الاضافه في تراكيز المواد الناتجه
(يتجه نحو المتفاعلات أي نحو اليسار للتخلص من الزياده الحاصله في النواتج)
والعوده للاتزان حسب قاعده لوشاتليه

ج- تأثير سحب تراكيز من المواد المتفاعله
(يتجه التفاعل نحو المتفاعلات أي نحو اليسار للتعويض عن النقص الحاصل في المتفاعلات)
والعوده للاتزان حسب قاعده لوشاتليه

د- تأثير سحب تراكيز من المواد الناتجه
(يتجه التفاعل نحو النواتج أي نحو اليمين للتعويض عن النقص الحاصل في النواتج)
والعوده للاتزان حسب قاعده لوشاتليه

التغيرات	حاله الاتزان	التغيرات على المواد المتفاعله والناتجه عند الاتزان	ثابت الاتزان
زياده كميه المتفاعلات H_2 و N_2	ينزاح نحوالنواتج ⟹	تزداد NH_3 وتقل كميه H_2 و N_2	لايتأثر
زياده كميه النواتج NH_3	ينزاح نحوالمتفاعلات ⟸	تزداد كميه H_2 و N_2 ويتفكك NH_3	لايتأثر
نقصان كميه المتفاعلات H_2 و N_2	ينزاح نحوالمتفاعلات ⟸	وتزداد كميه H_2 و N_2 ويتفكك NH_3	لايتأثر
نقصان كميه النواتج NH_3	ينزاح نحوالنواتج ⟹	تزداد NH_3 وتقل كميه H_2 و N_2	لايتأثر

تتغير التراكيز بتغير اتجاه التفاعل
أ – اذا كان أتجاه التفاعل باتجاه النواتج تزداد تراكيزالنواتج
ب – اذا كان أتجاه التفاعل باتجاه المتفاعلات تزداد

وتعتبر عملية نقص أو زيادة أحد التراكيز في التفاعلات المتزنة أحد الطرائق الصناعية أو المختبرية لزيادة المنتوج
ففي طريقة هابر المذكورة اعلاه يتم سحب الامونيا المتكونة باستمرار لزيادة انتاج هذه المادة بشكل مستمر.

س : لايؤثر تغير التراكيز على قيمه ثابت الاتزان بثبوت درجه الحراره
ج / لان التغير في التراكيز يغير فقط في موضع الاتزان ولكن قيمه النسبه بين تراكيز النواتج والمتفاعلات عند الاتزان تبقى ثابته

واجبات
س 2 -1 فرع 16 : تفاعل متزن ثابت اتزانه $Kc = 4$ فعند سحب النواتج من خليط الاتزان فأن ثابت الاتزان ------------

س2-2 - فرع 5 : – عند مزج محلول K_2CrO_4 مع محلول HCl فإنه يصل الى حالة الاتزان حسب المعادلة الايونية الاتية :
$2CrO_4{}^{2-}{}_{(aq)} + 2H^{+}{}_{(aq)} \rightleftharpoons Cr_2O_7{}^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$
اصفر — برتقالي

فإذا اردنا ان نجعل اللون البرتقالي هو السائد في الاناء فأننا نقوم بالآتي :
أ - نضيف مزيد من الماء ب - نضيف مزيد من HCl ج - نضيف مزيد من $K_2Cr_2O_7$ د - كل الاجابات السابقة خاطئة.

س2-2 - فرع 6 : - عند اضافة محلول NaOH الى المزيج في السؤال السابق فأننا نتوقع أن يحدث
أ - زيادة بتركيز $Cr_2O_7{}^{2-}$ ب - زيادة بتركيز H_2O ج - نقص بتركيز $Cr_2O_7{}^{2-}$ د - كل الاجابات السابقة خاطئة.

س 2 - 5 : للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحراره $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ كيف تتغير حاله الاتزان عند
3) سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان

س 2-6 : التفاعل الغازي المتزن التالي $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons PCl_{5(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي 92.5 KJ / mol
ماتأثير كل من العوامل الآتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان
2 - اضافة زيادة من Cl_2 الى خليط الاتزان 3 - سحب PCl_3 من خليط الاتزان.

س 2-7 : التفاعل الغازي المتزن التالي $SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي- 198.2 KJ / mol - ماذا يحدث لتراكيز SO_2 و O_2 و SO_3 3 - زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان

س 2-10 : التفاعل الآتي الماص للحرارة يجري في أناء مغلق $CO_{2(g)} + CaO_{(s)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$ ماذا يحدث للتفاعل المتزن عند
1 - اضافة مزيد من CaO لخليط الاتزان 2- سحب جزء من $CaCO_3$ من خليط الاتزان. 3 - اضافة مزيد من CO_2 الى خليط الاتزان

2- تأثير الضغط أو حجم إناء التفاعل على حاله الاتزان

ان التغير بالضغط أو التغيربحجم الاناء يؤثر على التفاعل المتزن بالنقاط التاليه

1 - حاله الاتزان 2 – تراكيز المواد المتفاعله والناتجه 3 – قيمه ثابت الاتزان

(و التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديد في موضع جديد)

أ - إذا كان النظام المتزن مصحوباً بتغير في الحجم (عدد المولات) $\Delta ng \neq 0$

ان زيادةالضغط (اوتقليل حجم الاناء)

(علاقه طرديه) $P = \frac{1}{V}$ (قانون بويل)

تزداد سرعه التفاعل من الجهه ذات المولات (الحجوم) الاكثر الى الجهه ذات المولات (الحجوم) الاقل وذلك لازاله تأثير أرتفاع الضغط والعوده ثانيه الى حاله الاتزان (حسب قاعده لوشاتله) مع بقاء قيمه ثابت الاتزان ثابته

وان نقصان الضغط (اوازدياد حجم الاناء)

تزداد سرعه التفاعل من الجهه ذات المولات (الحجوم) الاقل الى الجهه ذات المولات (الحجوم) الاكثر وذلك لازاله تأثير أرتفاع الضغط والعوده ثانيه الى حاله الاتزان (حسب قاعده لوشاتله) مع بقاء قيمه ثابت الاتزان ثابته

ب - إذا كان النظام المتزن غيرمصحوباً بتغير في الحجم (عدد المولات) $\Delta ng = 0$

لايؤثر على حاله الاتزان وعلى قيمه ثابت الاتزان لان تأثير تغير الضغط سيكون متساويا على جانبي التفاعل

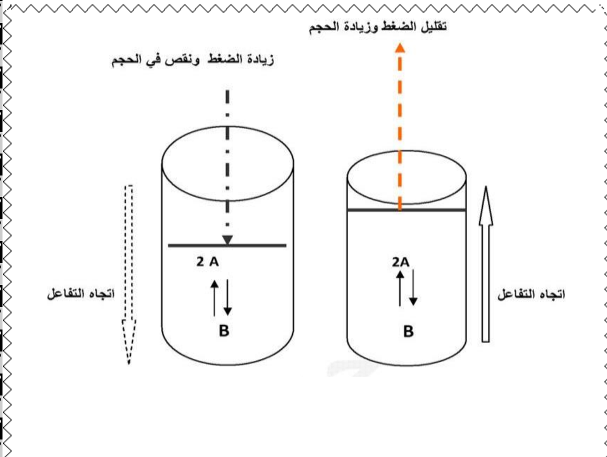
ملخص

التغير	انحراف الاتزان
زيادة الضغط	باتجاه الطرف ذي عدد المولات الغازية الاقل من غيرها .
نقصان الضغط	باتجاه الطرف ذي عدد المولات الغازية الاكثر من غيرها .
زيادة الحجم	باتجاه الطرف ذي عدد المولات الغازية الاكثر من غيرها .
نقصان الحجم	باتجاه الطرف ذي عدد المولات الغازية الاقل من غيرها .

تتغير التراكيز بتغير اتجاه سرعه التفاعل $R \ \alpha \ [\ ]^n$

أ – اذا كان أتجاه سرعه التفاعل باتجاه النواتج تزداد تراكيزالنواتج

ب – اذا كان أتجاه التفاعل باتجاه المتفاعلات تزداد تراكيزالمتفاعلات



قوانين وعلاقات

علاقه الضغط بالحجم (طرديه)	علاقه التركيز بالحجم (عكسي)	علاقه التركيز بالضغط (طرديه)
$P = \frac{1}{V}$	$[\ ] = \frac{n}{V}$	$PV = nRT$ التركيز المولاري $[\ ] = \frac{P}{RT}$

ملاحظة :

أ - يؤدي زياده الضغط الى زياده تركيز المواد وخصوصا ذات الحجوم الاكثر لان الضغط يتناسب طرديا مع التركيز

ب - يؤدي تقليل الضغط الى نقصان تركيز المواد وخصوصا ذات الحجوم الاكثر لان الضغط يتناسب طرديا مع التركيز

ج - ان تغيرات الضغط تؤثر عاده في تراكيز الغازات

ولاتؤثر تغيرات الضغط في تراكيز[ ] ($[\ ] = \frac{n}{V}$)المتفاعلات للمواد الصلبه والمحاليل لانهاغيرقابله للانضغاط

أي ان الضغط لايغير حجمها فلايتغير تركيزها

ولكن تغيرات الضغط تؤثر في كميه (n) المواد الصلبه والمحاليل (كنواتج) اذا انزاح التفاعل نحوالنواتج

أمثله توضيحية :

مثال : للتفاعل الغازي الآتي :

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

2mol   1mol   2mol

2 حجم   1حجم   2 حجم

بين تأثير زياده الضغط و نقصان الضغط 1- حاله الاتزان 2 – تراكيز المواد المتفاعله والناتجه 3-قيمه ثابت الاتزان

الحل / **التفاعل المتزن مصحوب بنقصان بالحجم الكلي** $\Delta ng = 2 - 3 = -1$

حجوم (مولات) النواتج > حجوم (مولات) المتفاعلات

أ - عند زيادة الضغط

ينزاح موضع الاتزان (سرعه التفاعل) نحو الحجوم الاقل (المولات الاقل) اي نحو النواتج SO_3

لتقليل تاثير زياده الضغط ويستمر ذلك لحين الوصول الى حالة اتزان جديدة في موضع جديد ويبقى ثابت الاتزان لايتغير

ب – نقصان الضغط

ترجح التفاعل نحو الحجوم الاكثر (المولات الاكثر) اي نحو المتفاعلات

لتقليل تاثير نقصان الضغط ويستمر ذلك لحين الوصول الى حالة اتزان جديدة في موضع جديد و ثابت الاتزان لايتغير

$n(R) > n(P)$
$\Delta ng = -1$ (نقصان بالحجم الكلي)

المؤثر	حاله الاتزان	التغيرات على التراكيز	ثابت الاتزان
عند زيادة الضغط	ينزاح نحو الحجوم الاقل ينزاح نحو النواتج	تزداد كميه المواد الناتجه وتقل كميه الموادالمتفاعله	يبقى ثابت
نقصان الضغط	ينزاح نحو الحجوم الاكثر ينزاح نحو المتفاعلات	تزداد كميه المواد المتفاعله وتقل كميه المواد الناتجه	يبقى ثابت

مثال : للتفاعل الآتي

$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$$

2mol   2mol   1mol

2 حجم   2 حجم   1 حجم

بين تأثير زياده الضغط و نقصان الضغط 1- حاله الاتزان 2 – تراكيز المواد المتفاعله والناتجه 3-قيمه ثابت الاتزان

الحل / **التفاعل المتزن مصحوب بزياده بالحجم الكلي** $\Delta ng = 3 - 2 = +1$

وحجوم (مولات) النواتج < وحجوم (مولات) المتفاعلات

أ - عند زيادة الضغط

ترجح التفاعل نحو الحجوم الاقل (المولات الاقل) اي نحو المتفاعلات لتقليل تاثير زياده الضغط

ويستمر ذلك لحين الوصول الى حالة اتزان جديدة في موضع جديد ويبقى ثابت الاتزان لايتغير

ب – نقصان الضغط

ترجح التفاعل نحو الحجوم الاكثر (المولات الاكثر) اي نحو النواتج لتقليل تاثير نقصان الضغط

ويستمر ذلك لحين الوصول الى حالة اتزان جديدة في موضع جديد ويبقى ثابت الاتزان لايتغير

$n(R) < n(P)$
$\Delta ng = +1$ (زياده بالحجم الكلي)

المؤثر	حاله الاتزان	التغيرات على التراكيز	ثابت الاتزان
عند زيادة الضغط	ينزاح نحو الحجوم الاقل ينزاح نحو المتفاعلات	تزداد كميه المواد المتفاعله وتقل كميه المواد الناتجه	يبقى ثابت
نقصان الضغط	ينزاح نحو الحجوم الاكثر ينزاح نحو النواتج	تزداد كميه المواد الناتجه وتقل كميه الموادالمتفاعله	يبقى ثابت

مثال : للتفاعل الآتي :

$$C_{(S)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$$

صلب

بين تأثير أ - زياده الضغط ب – نقصان الضغط على حاله الاتزان وتراكيز المواد

ج / نلاحظ في التفاعل ان قيمة Δng تساوي (0) ففي مثل هذه الحالة

لاتأثير لتغير الضغط (زياده أو نقصان) على حاله الاتزان وثابت الاتزان وتراكيز المواد لتساوي الحجوم

س وزاري 2016 : علل / تقليص الحجم على خليط متوازن ($\Delta n_g = -1$) فان الاتزان يتجه نحو النواتج

ج / $\Delta ng = -1$ ($nR > np$)

ان تقليص حجم الاناء (زياده الضغط) يجعل التفاعل ينزاح باتجاه الحجوم (المولات) الاقل اي باتجاه (النواتج) وبالتالي زياده الانتاج وذلك كله حسب قاعده لوشاتليه

واجب

تمرين 2 -18: للتفاعل المتزن الاتي : $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$ $\Delta H = 428\ kJ/mol$

ماتأثير كل من العوامل الآتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان؟

1- زيادة الضغط على التفاعل وذلك بإنقاص حجم الإناء. 2-زيادة الضغط بإضافة مزيد منO_2 الى النظام

س : 2-1 فرع 5 في التفاعل المتزن $CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2CO(g)$

فإن ------------------ الضغط يزيد من استهلاك غاز CO_2

7- التغيير ب --------- لايؤثر على حالة الاتزان للتفاعل المتزن الأتي : $N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180\ kJ \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

13- عند زياده الضغط الكلي على حالة اتزان لتفاعل فيه عدد المولات للغازات المتفاعله اصغر من عدد مولات الغازات الناتجه فإن موضع الاتزان ينحرف باتجاه ----------------

15 - 2014 (تمهيدي) عند خفض الضغط في خليط متزن ($\Delta n_g = -1$) فالتفاعل ينزاح نحو --------- وثابت الاتزان Kc ---------

17 – وزاري2015 (خارج العراق)عندما $\Delta n_g =$ ------------ لايكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة لاتزان.

س : 2-2 فرع 2 - التفاعل المتزن $CaCO_{3\,(s)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO\,(s)$

يتم في وعاء مغلق فأن كمية $CaCO_{3\,(S)}$ تزداد عندما --------------

---

س 2-3 علل مايلي

1 - زيادة حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي $\Delta n_g\,(Reactants) > \Delta n_g\,(Products)$ يؤدي الى خفض المنتوج

7- وزاري 2014 /3 : زيادة الضغط على خليط متوازن($\Delta ng = +1$) فإن الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات

س 2 - 5 : للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحراره $N_2O_4 \rightleftharpoons 2\ NO_2$ كيف تتغير حاله الاتزان عند

1) عند زياده الضغط المسلط على التفاعل المتزن

س 2-6 : التفاعل الغازي المتزن التالي $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons PCl_{5\,(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي 92.5 KJ / mol

ماتأثير 4 - زيادة الضغط على خليط الاتزان على حالة الاتزان وثابت الاتزان

س وزاري 2016 / 3 (خ) : للتفاعل المتزن الاتي $a\,B_{(g)} \rightleftharpoons 3A_{(g)}$ وجد ان ثابت الاتزان Kc يساوي 147.6

وبدلالة Kp يساوي 6 بدرجة حرارة 27 °C . بين تاثير زيادة الضغط على حالة الاتزان ج / a = 2

3- تأثير درجة الحرارة

تمت الاشارة في فصل الثرموداينمك يمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية من حيث انبعاث أو امتصاص الحرارة إلى قسمين

1- تفاعلات ماصّة للحرارة ($\Delta H = +$) (تكتب الطاقه في طرف المتفاعلات)

هو التفاعل الذي يحتاج لحدوثه امتصاص حراره وتكون حراره النواتج اعلى من حراره المتفاعلات ($\Delta H = +$)

2- وهي تفاعلات باعثة للحراره ($\Delta H = -$) (تكتب الطاقه في طرف النواتج)

هو التفاعل الذي يحتاج لحدوثه انبعاث حراره وتكون حراره المتفاعلات اعلى من حراره النواتج ($\Delta H = -$)

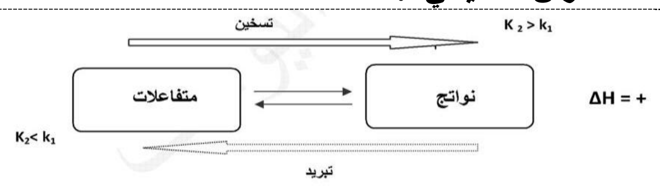
عند الاتزان وفي درجه حراره معينه تكون سرعه التفاعل الامامي مساويه لسرعه التفاعل الخلفي .
كما ان الحراره المنبعثه في التفاعل الامامي تكون مساويه للحراره الممتصه في التفاعل الخلفي .
وبذلك لانلاحظ أي تغير في الحراره للتفاعلات التي تكون في حاله توازن

وعندما تتغير درجه الحراره فانها تؤثر في

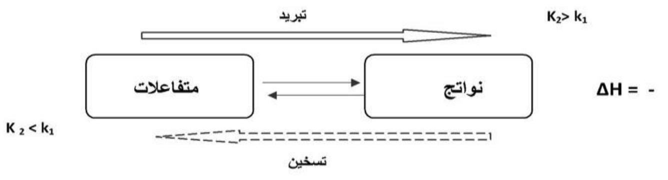
أ- حاله الاتزان ب – التغيرات على كميات المواد المتفاعله والناتجه ج – ثابت الاتزان

(و التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديد وموضع جديد)

ويمكن التنبؤ بتأثير التغير في درجة الحرارة على تفاعل في حالة الاتزان كما يأتي :



تفاعل ماص للحراره



تفاعل باعث للحراره

التغيير	تفاعل باعث للحرارة $\Delta H = -$	تفاعل ماص للحرارة $\Delta H = +$
زيادة درجة الحرارة	ينزاح نحو المتفاعلات (تقل قيمة K_{eq})	ينزاح نحو النواتج (تزداد قيمة K_{eq})
نقصان درجة الحرارة	ينزاح نحو النواتج (تزداد قيمة K_{eq})	ينزاح نحو المتفاعلات (تقل قيمة K_{eq})

أ) التفاعلات الماصة للحرارة

أ- ان زياده درجه الحراره (تسخين) يجعل الاتزان ينزاح نحوالتفاعل الماص للحراره (باتجاه النواتج) فتزداد قيمه ثابت الاتزان والعوده الى حاله أتزان جديده (حسب قاعده لوشاتيليه)

ب- ان انخفاض درجه الحراره (تبريد) يجعل الاتزان ينزاح نحوالتفاعل الباعث للحراره (المتفاعلات) فتقل قيمه ثابت الاتزان والعوده الى حاله أتزان جديده (حسب قاعده لوشاتيليه)

مثال : وضح اثر التسخين والتبريد للتفاعل الآتي :

$$CaCO_{3(S)} + \text{طاقة} \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\rightleftharpoons}} CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$$

الحل / يعتبر هذا التفاعل ماص للحراره لان الطاقه في طرف المتفاعلات

أ- اثر التسخين : **ترجح التفاعل نحو النواتج بالاتجاه الماص للحراره** (للتخلص من الزياده بدرجه الحراره)

ب - اثر التبريد: **ترجح التفاعل نحو المتفاعلات بالاتجاه الباعث للحراره**(للتعويض عن النقص الحاصل بدرجه الحراره)

نوع التفاعل	المؤثر	حاله الاتزان	التغيرات على التراكيز	ثابت الاتزان
$\Delta H = +$ ماص	التسخين	ينزاح نحو النواتج	تزداد كميه المواد الناتجه وتقل كميه الموادالمتفاعله	يزداد ثابت الاتزان
$\Delta H = +$ ماص	التبريد	**ينزاح نحوالمتفاعلات**	تزداد كميه المواد المتفاعله وتقل كميه المواد الناتجه	يقل ثابت الاتزان

ب) التفاعلات الباعثة للحرارة

أ- فان زياده درجه الحراره (تسخين) يجعل الاتزان ينزاح نحوالتفاعل الماص للحراره (المتفاعلات) فتقل قيمه ثابت الاتزان والعوده الى حاله أتزان جديده (حسب قاعده لوشاتيليه)

ب - فان انخفاض درجه الحراره (تبريد) يجعل الاتزان ينزاح نحوالتفاعل الباعث للحراره (النواتج) فتزداد قيمه ثابت الاتزان والعوده الى حاله أتزان جديده (حسب قاعده لوشاتيليه)

مثال : وضح اثر التسخين والتبريد للتفاعل الآتي :

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} 2CO_{2(g)} + \text{طاقة}$$

الحل : يعتبر هذا التفاعل باعث للحراره لان الطاقه في طرف النواتج

أ- اثر التسخين : **ترجح التفاعل نحو المتفاعلات بالاتجاه الماص للحراره** (للتخلص من الزياده بدرجه الحراره)

ب - اثر التبريد : **ترجح التفاعل نحو النواتج بالاتجاه الباعث للحراره**(للتعويض عن النقص الحاصل بدرجه الحراره)

نوع التفاعل	المؤثر	حاله الاتزان	التغيرات على التراكيز	ثابت الاتزان
$\Delta H = -$ باعث	**التسخين**	**ينزاح نحوالمتفاعلات**	**تزداد كميه المواد المتفاعله وتقل كميه المواد الناتجه**	**يقل ثابت الاتزان**
$\Delta H = -$ باعث	**التبريد**	**ينزاح نحو النواتج**	**تزداد كميه المواد الناتجه وتقل كميه الموادالمتفاعله**	**يزدادثابت الاتزان**

س وزاري : التفاعل الغازي المتزن التالي $SO_{3(g)} \rightleftharpoons O_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي mol / 198.2 KJ -
ماذا تأثير زيادة درجة حرارة التفاعل على – حالة الاتزان وثابت الاتزان ب - لتراكيز SO_2 و O_2 و SO_3

أ – حاله الاتزان : ج - من معادله التفاعل يظهر ان التفاعل باعث للحراره ان زياده درجه الحراره تجعل التفاعل نحو اليسار (المتفاعلات)

ثابت الاتزان : تقل قيمه ثابت الاتزان لان التفاعل ينزاح نحو المتفاعلات فيقل تركيز النواتج

ب – تراكيز المواد : ان زياده درجه الحراره تزيح الاتزان نحو اليسار فيقل تركيز SO_3 بينما يزداد تركيز المتفاعلات

س وزاري علل / التفاعل المتزن الذي تقل قيمة ثابت الاتزان بارتفاع درجة الحرارة هو تفاعل ------------

ج / انخفاض قيمة Kc تعني أنخفاض تركيز النواتج وزيادة تركيز المواد المتفاعلة و هذا يعني أن التفاعل اتجه نحو الخلف وعند زياده درجه الحراره ترجح التفاعل الماص

لذا نستنتج ان التفاعل الخلفي ماص للحرارة والامامي باعث للحرارة ، لذا يُعدّ التفاعل باعثاً للحرارة

واجبات : س 2-1 : أملاء الفراغات التاليه

1 - في التفاعل المتزن الاتي $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 92\ kJ$ فأن خفض درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تراكيز المواد --------

3 - في التفاعل المتزن الاتي $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)} + 127\ kJ$

عندما يضاف الهيدروجين الى هذا النظام المتزن فإن حرارة التفاعل -------------------

4 - في التفاعلات الانعكاسية الباعثة للحرارة يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة في التفاعل عند ---------- درجة الحرارة.

6 - في التفاعل المتزن $N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180\ kJ \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

فإن رفع درجة الحرارة لإناء التفاعل يعمل على ---------------- قيمة Kc للتفاعل

8 - للتفاعل المتزن : طاقه + $2HCl_{(g)} \rightleftharpoons Cl_{2(g)} + H_{2(g)}$ يمكن زيادة تركيز HCl الناتج عند --------الحرارة للتفاعل

18 - يترجح التفاعل -------------- لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل. وزاري 2/2016

19 - في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند ------درجة الحرارة. وزاري 3/2016

س 2-3 علل مايلي

2 - وزاري 2015 في التفاعل الافتراضي المتزن : طاقة + $B_{(g)} \rightleftharpoons A_{(g)}$ لاتتغير حرارة اناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي

4 - ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $Kc = 0.3$ و $Q = 1$ وزاري 2016 تمهيدي

5 - يُعَدُّ التفاعل باعثاً للحرارة اذا أنخفضت قيمة Kc للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل وزاري 2016 خارج العراق

6 - قيمة Kc تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة.

9 – في التفاعل المتزن الاتي $Cl_{2(g)} + SO_{2(g)} \rightleftharpoons$ طاقة + $SO_2Cl_{2(g)}$ ترتفع حرارة التفاعل عند اضافة SO_2 الى خليط الاتزان.

س وزاري: عند تقليص حجم وعاء تفاعل ماص للحرارة ويسخن الوعاء فان $\Delta ng < 0$ أو $\Delta ng > 0$

العوامل المؤثرة على قيمة ثابت الاتزان

ان العامل الوحيد المؤثر على قيمة ثابت الاتزان هي **التغير بدرجة الحرارة** فقط

ان ثابت الاتزان يتناسب طرديا مع النواتج

أ – أذا ترجح التفاعل نحو النواتج سواء بالتسخين أو التبريد فان تركيز النواتج يزداد وبالتالي تزداد قيمه Keq

ب – أذا ترجح التفاعل نحو المتفاعلات سواء بالتسخين أو التبريد فان تركيز النواتج يقل وبالتالي تقل قيمه Keq

حيث قيمه Keq تتناسب طرديا مع تراكيز النواتج لان $Keq = \frac{[P]}{[R]}$

مثال 2-14 : وزاري 2015 / 2 للتفاعل المتزن الاتي: $2HgO_{(S)} \rightleftharpoons 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$ ΔH للتفاعل تساوي (‎-181KJ‎) عند درجه حراره 298K و Kp للتفاعل تساوي 3.2×10^{20} بين هل قيمه Kp عند 500K اكبر ام اقل من قيمتها عند 298K للتفاعل

ج /

بما ان ΔH = - اذن التفاعل باعث للحراره

$2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} 2HgO_{(S)}$

عند زيادة درجة الحرارة تزداد سرعه التفاعل الماص أي يتجه نحواليسار(المتفاعلات)

وبالتالي تقل تراكيزالنواتج عند الاتزان وتقل قيمة Kp

لان ثابت الاتزان يتناسب طردياً مع ضغوط النواتج

ΔH	(T)K	Kp
(-)	298 K	3.2×10^{20}
(-)	500 K	?
(-)	(+)	→ (-)

تمرين 2-17: للتفاعل المتزن الاتي : $2BrF_{5(g)} \rightleftharpoons Br_{2(g)} + 5F_{2(S)}$ ΔH للتفاعل تساوي 858KJ عند درجه حراره 1000K و Kp للتفاعل تساوي 7.4×10^{-16} بين هل قيمه Kp عند 1500K اكبر ام اقل من قيمتها عند 1000K للتفاعل نفسه

س : 2-1املاء الفراغات التاليه فرع 2- اذا كانت قيمة ثابت الاتزان Kc لنظام متزن عند 500 ° C تساوي 2×10^{-15} وقيمته عند 200 ° C تساوي 4×10^{-12} فإن ذلك يدل على ان التفاعل ------------- للحرارة.

س : وزاري 2013 / 2 : زياده درجه الحراره على تفاعل متزن باعث للحراره يؤدي الى ترجيح التفاعل --------------

---

س 2- 8 : هل يؤدي دائماً رفع درجة حرارة اي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة في تراكيز النواتج ؟

اذا كانت اجابتك بالنفي فما التفاعلات التي تؤدي او لاتؤدي الى زيادة النواتج ؟ بين ذلك مع ذكر أمثلة.

س 2-13 : للتفاعل المتزن: $2B_{(g)} \rightleftharpoons A_{(g)}$

من خلال الجدول التالي أحسب Kp و Kc للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة ثم بين هل التفاعل ماص أم باعث للحرارة

س 2-31: للتفاعل $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ ثابت الأتزان k_c لهذا التفاعل يساوي 6×10^{-3} عند درجة حرارة 298k ولكنه يساوي 1.5×10^{-2} عند درجة حرارة 35 °C هل تفكك رابع اوكسيد ثنائي النتروجين باعث أم ماص للحرارة

س -32: وزاري 2016 للتفاعل المتزن الآتي $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ وجد ان خليط الأتزان بدرجة حرارة 25 °C يحتوي على $[SO_3] = 0.002\ mol/L$ و $[SO_2] = 0.08\ mol/L$ و $[O_2] = 0.01\ mol/L$ وعند تبريد التفاعل الى 10 °C وجد أن K_c للتفاعل يساوي 4 بين هل التفاعل باعث أم ماص للحرارة

س وزاري: $A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightleftharpoons 2AB_{(g)}$ وضع 0.06 mol من كل من A_2 , B_2 في أناء حجمه لتر وبدرجة 600C° وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان الاناء يحتوي 0.06 mol من AB وفي أناء اخر حجمه 2L وضع 0.24 mol من كل من A_2 , B_2 وبدرجة 723 K وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان الاناء يحتوي 0.08 mol من كل من A_2 , B_2 بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة

ج / يترجح التفاعل الباعث بسبب (لان أ - درجة الحرارة أنخفضت من 873K الى 723K ب- Kc زادت من 4 الى 16)

4- تأثير إضافة العامل المساعد

العامل المساعد : هي مادة لا تشترك في التفاعل الكيميائي بل تساعد فقط على زيادة سرعته.

العامل المساعد يخفض طاقة التنشيط ، أي إنه يزيد من السرعة التي يصل بها التفاعل إلى حالة الاتزان،
(حيث يزيد معدل سرعتي التفاعل الامامي Rf والخلفي Rb بالدرجة نفسها فيتم الوصول الى حالة الاتزان بسرعة عالية)
لذا لايؤثر العامل المساعد على حالة الاتزان ولا على قيمة ثابت الاتزان. وانما يسارع للوصول الى هذه الحالة.

أهميه ثابت الاتزان وقاعده لوشاتلية

أ – أهميه بيئيه كالمحافظه على نسبه تركيز غاز CO_2 في الغلاف الجوي عند مستوى ثابت
ب ان اغلب التفاعلات أنعكاسيه متزنه وان فهم قاعده لوشاتليه والعوامل المؤثره في زياده ثابت الاتزان وبالتالي زياده الناتج وهذا امر اساسي في الصناعه

س 2 – 23 (وزاري2/ 2016) :صنف اربع اجراءات تودي لرفع المنتوج للتفاعل الغازي المتزن الباعث للحراره

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

الحل /
1- أضافه مزيد من المواد المتفاعله (N_2و H_2) لكي يرجح التفاعل الامامي وبالتالي (زياده الناتج)
2 - سحب كميه من الناتج (NH_3) لكي يرجح التفاعل الامامي وبالتالي (زياده الناتج)
3 - تبريد التفاعل (لكون التفاعل باعث للحرارة) لكي يرجح التفاعل الامامي وبالتالي (زياده الناتج)
4 - زيادة الضغط على اناء التفاعل أو تقليل حجمه لكي يرجح التفاعل نحو المولات الاقل(الامامي) (لزياده الناتج)
ان العوامل اعلاه تسبب أخلال التوازن وتنشيط التفاعل الامامي وبالتالي (زياده الناتج)

مثال 2: 15 ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل المتزن الآتي:

$$N_2F_{4(g)} \rightleftharpoons 2NF_{2(g)} \quad \Delta H = 38.5\ kJ/mol$$

1- تسخين خليط الاتزان في إناء مغلق. 2.سحب N_2F_4 .من خليط الاتزان عند ثبوت درجة الحرارة والحجم
3- خفض الضغط على خليط متزن بدرجة حرارة ثابتة. 4- إضافة العامل المساعد إلى خليط الاتزان.

الحل /
بما ان ΔH = + اذن التفاعل ماص للحراره

$$N_2F_{4(g)} \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\rightleftharpoons}} 2NF_{2(g)} \quad \Delta H = 38.5\ kJ/mol$$

1)عند التسخين ينزاح نحو اليمين أي باتجاه امتصاص الحرارة للتخلص من الحراره الفائضه
حاله الاتزان : يتجه نحو اليمين (النواتج) وبالتالي تزداد تراكيزالنواتج عند الاتزان
قيمة ثابت الاتزان : تزداد لان Keq يتناسب طردياً مع تراكيز النواتج .
.2) سحبN_2F_4 .
حاله الاتزان : ينزاح التفاعل نحو اليسار و ثابت الاتزان لايتأثر بهذا السحب
عند سحب N_2F_4 سوف يقل تركيزه ويتجه التفاعل نحو السحب أي نحو المتفاعلات لتعويض النقص الحاصل في تركيزN_2F_4 .
3) خفض الضغط
حاله الاتزان ينزاح التفاعل نحو اليمين وثابت الاتزان في هذه الحالة لايتأثربالضغط المسلط أو بحجم إناء التفاعل.
من معادله التفاعل نلاحظ ان قيمة $\Delta n_g = +1$ $nR < nP$
عند خفض الضغط على الخليط المتزن فإن النظام سوف ينزاح باتجاه عدد المولات الأكبر(النواتج)
4)العامل المساعد لايؤثرعلى حالة الاتزان(موضع الاتزان) ولا على قيمة ثابت الاتزان
لان العامل المساعد يخفض طاقة التنشيط ، أي إنه يزيد من السرعة التي يصل بها التفاعل إلى حالة الاتزان، لذا لايؤثر.

س : وزاري 2013 : ما تاثير (تقليص الحجم – زياده درجه الحراره) على حاله الاتزان وقيمه ثابت الاتزان لتفاعل غازي باعث للحراره وان($\Delta n = -1$) فيه وذلك حسب قاعده لي شاتليه

الحل /

$$\Delta n_g = n_{(g)}\ p - n_{(g)}\ R$$
$$(-1) = n_{(g)}\ p - n_{(g)}\ R$$

أذن
$$n_{(g)}\ p < n_{(g)}\ R$$

$$2R \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} P$$

1 – تقليص الحجم يرجح التفاعل الامامي باتجاه (المولات الاقل) فتختل حالة الاتزان ولا تتأثر قيمة ثابت الاتزان
2 – زيادة درجة الحرارة ترجح التفاعل الخلفي (الماص) فتختل حالة الاتزان وتقل قيمة ثابت الاتزان

واجبات

تمرين 2 -18: للتفاعل المتزن الاتي : $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$ $\Delta H = 284$ kJ/mol

ماتأثير كل من العوامل الآتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان؟

1- زيادة الضغط على التفاعل وذلك بإنقاص حجم الإناء. إضافة مزيد منO_2 الى النظام

3- خفض درجة الحرارة. 4- إضافة عامل مساعد.

تمرين 2 -19: يصل مزيج الغازات C_2H_4 وH_2 وC_2H_6 الموضوعة في وعاء مغلق عند 25°C الى حالة الاتزان كما في التفاعل الاتي $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)} + 137$ kJ/mol

صف عدد من الاجراءات التي تؤدي الى رفع كميةC_2H_6 الناتجة من هذا التفاعل.

س : 2-2 اختر الجواب الصحيح فرع 2 - التفاعل المتزن $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(s)}$ يتم في وعاء مغلق فأن كمية $CaCO_3$ تزداد عندما :

أ. -تزال كمية من غاز CO_2 من التفاعل عند الاتزان ب -يزداد الضغط الكلي.

ج. -تضاف كمية من CaO الى خليط الاتزان د -كل الاجابات السابقة خاطئة.

---

5 – عند مزج محلول K_2CrO_4 مع محلول HCl فإنه يصل الى حالة الاتزان حسب المعادلة الايونية الاتية :

$$2CrO_4^{2-}{}_{(aq)} + 2H^{+}{}_{(aq)} \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

اصفر برتقالي

فإذا اردنا ان نجعل اللون البرتقالي هو السائد في الاناء فأننا نقوم بالآتي :

أ - نضيف مزيد من الماء ب - نضيف مزيد من H_2O

ج - نضيف مزيد من $K_2Cr_2O_7$ د - كل الاجابات السابقة خاطئة.

---

6 - عند اضافة محلول NaOH الى المزيج في السؤال السابق فأننا نتوقع أن يحدث

أ - زيادة بتركيز $Cr_2O_7^{2-}$ ب - زيادة بتركيز HCl

ج - نقص بتركيز $Cr_2O_7^{2-}$ د - كل الاجابات السابقة خاطئة.

س 2 - 5 وزاري 2014 / (2): للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحراره $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ كيف تتغير حاله الاتزان عند

1) عند زياده الضغط المسلط على التفاعل المتزن 2) رفع درجه حراره اناء التفاعل

3) سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان

س 2-6 : التفاعل الغازي المتزن التالي $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons PCl_{5(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي 92.5 KJ / mol ماتأثير كل من العوامل الآتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان

1 - خفض درجة الحرارة. 2 - اضافة زيادة منCl_2 الى خليط الاتزان

3 -سحب PCl_3 من خليط الاتزان. 4 - زيادة الضغط على خليط الاتزان 5 - اضافة عامل مساعد.

س2-7 وزاري 2015 / 2 (خارج العراق) : التفاعل الغازي المتزن التالي $SO_{3(g)} \rightleftharpoons O_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$

انثالبي التفاعل تساوي mol / 198.2 KJ - ماذا يحدث لتراكيز SO_2 و O_2 و SO_3

1 - زيادة درجة حرارة التفاعل 2 - خفض الضغط المسلط على التفاعل.

3 - زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان. 4- اضافة عامل مساعد

س 2-9 : للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحراره $2PbS_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2PbO_{(S)} + 2SO_{2(g)}$

وضح تأثير كل من العوامل الاتيه على حاله الاتزان وقيمه ثابت الاتزان

1 – خفض الضغط المسلط على التفاعل 2 - تبريد أناء اتفاعل

س 2-10 : التفاعل الآتي الماص للحرارة يجري في أناء مغلق

$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(s)}$ ماذا يحدث للتفاعل المتزن عند الآتي :

1 - تقليل حجم الأناء 2 - اضافة مزيد من CaO لخليط الاتزان .

3- سحب جزء من $CaCO_3$ من خليط الاتزان. 4 - اضافة مزيد من CO_2 الى خليط الاتزان . 5 - زيادة درجة الحرارة

س 2-28 : في أناء مغلق حجمه لتر واحد أجري التفاعل الآتي : $2HI \underset{K_b}{\overset{Kf}{\rightleftharpoons}} H_{2(g)} + I_{2(g)}$ عند 490 °C كان ثابت سرعة التفاعل الأمامي $Kf = 0.6256$ و ثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي 01 0.36 وأن ثابت الأتزان للتفاعل بدرجة 872K يساوي 59 بين كيف يتأثر عدد مولات HI عند الأتزان بما يلي من اجراءات :

أ) أضافة مزيد من H_2 ب) أنخفاض درجة الحرارة ج) أزاحة بعض من I_2

مفاهيم الاساسية

الاتزان الكيميائي

حالة اتزان ديناميكي(حركي)وليست حالة اتزان استاتيكي(ساكن)تصل اليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية، فتكون تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة عندها ثابتة دون تغير، مالم يحدث أي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل، لذا يبدو التفاعل في تلك الحالة قد توقف.

التفاعلات غير الانعكاسية وزاري 2013

التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها عند ظروف معينة من استهلاك تام لأحد او جميع المواد المتفاعلة، ولايكون للمواد الناتجة عند ظروف التفاعل نفسها القدرة على أن تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها.

التفاعلات الانعكاسية وزاري 2013 / 2

التفاعلات الكيميائية التي يتم فيها تحول المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل، ويكون للمواد الناتجة المقدرة على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد التي تكونت منها مرة اخرى.

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة : وزاري

التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في طور واحد.

التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة :

التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في اكثر من طور واحد.

قانون فعل الكتلة وزاري 2016

عند ثبوت درجة الحرارة فأن سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلاً منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة.

ثابت الاتزان Kc

حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند حالة الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كلاً منها مرفوع لأُس عدد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة.

ثابت الاتزان Kp

حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كلاً منها مرفوع الى أُس عدد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة.

حاصل التفاعل Q

قيمة افتراضية لثابت الاتزان تحسب في لحظة ما خلال التفاعل للتنبؤ بوصوله الى حالة الاتزان ويعبر عن حاصل التفاعل بنفس العلاقة المستعملة للتعبير عن ثابت الاتزان ولكن لحاصل التفاعل لاتكون التراكيز المستخدمة بالضرورة هي قيم التراكيز عند حالة الاتزان.

قاعدة لوشاتلية وزاري 2013

اذا أثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز أو الحجم أو الضغط أو درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان فإن هذا التفاعل يتجه بأتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة.

تعاليل مهمة

علل : تظهر التفاعلات الانعكاسيه التي تصل الى حالة الاتزان وكأنها قد توقفت وزاري
ج / أن التفاعلات الانعكاسيه في الحقيقة لاتزال مستمرة وتجري في كلا الاتجاهين، لأن حالة الاتزان الكيميائي هي حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن)أي أن التفاعل مستمر وبكلا الاتجاهين الامامي والخلفي بالمقدرة والسرعة ذاتها

علل / تتوقف بعض التفاعلات تماما بينما تظهر تفاعلات اخرى وكانها متوقفة وزاري 2013 /2
ج / تتوقف بعض التفاعلات لانها تفاعلات غير انعكاسيه تحدث باتجاه واحد لتكوين النواتج وتستمر لحين استهلاك تام لاحد أو جميع المواد المتفاعلة،ولايكون للمواد الناتجة عند ظروف التفاعل نفسها القدرة على أن تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها
بينما تظهر تفاعلات اخرى وكانها متوقفه لانها تفاعلات انعكاسيه تحدث باتجاهين وتصل الى حاله توازن ديناميكي تصبح فيه سرعه التفاعل الامامي يساوي سرعه التفاعل الخلفي

علل / قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جداً
ج / ثابت الاتزان يمثل النسبة بين تراكيز المواد الناتجة و تراكيز المواد المتفاعلة عند الاتزان مرفوعة الى اس يمثل عدد مولاتها ولأن التفاعلات غير الإنعكاسية يكون احد تراكيزها او جميعها للمواد المتفاعلة = صفر لأنها تستهلك تماماً لذا فالكمية الناتجة تكون كبيرة جداً لذا تكون قيمة ثابت الاتزان كبيرة جداً

علل / عندما يكون حاصل التفاعل أصغر من ثابت الاتزان يترجح التفاعل الامامي
ج / لان في هذه الحاله تكون تراكيز المواد الناتجه اقل عليها مما عليها عند الاتزان فتزداد للوصول الى حاله الاتزان ولكي يتم ذلك يتجه التفاعل الاتجاه الامامي

علل / زيادة حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي (Δng (Products) < Δng (Reactants)) يؤدي الى خفض المنتوج
ج / عند زيادة حجم الاناء (تقليل الضغط) **يختل الاتزان** ويتجه التفاعل نحو المولات الأكبر والتي هي في هذا التفاعل مولات المواد المتفاعلة لذا ستقل كمية المنتوج

علل / في التفاعل الافتراضي المتزن : طاقة + $B_{(g)}$ $\rightleftharpoons$ $A_{(g)}$ لاتتغير حرارة اناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي
ج / بما أن الحجوم (المولات) متساويه على طرفي التفاعل المتوازن لذا لن يتأثر موضع الاتزان بزيادة الضغط .ولن تتغير حرارة التفاعل حيث ان كمية الحرارة المفقودة تساوي كمية الحرارة المكتسبة

علل / ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $Kc = 0.3$ و $Q = 1$ وزاري2016 ت
ج / التفاعل الامامي ماص للحرارة و ان قيمة $Kc < Q$
فالتفاعل سيتجه نحو المتفاعلات (الخلفي) وبما ان التفاعل الخلفي باعث للحرارة لذا سترتفع حرارة التفاعل

علل / يُعَدُّ التفاعل باعثاً للحرارة اذا أنخفضت قيمة Kc للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل وزاري
ج / زياده درجه الحراره ترجح التفاعل الماص
أن انخفاض قيمة Kc تعني أنخفاض تركيز النواتج وزيادة تركيز المواد المتفاعلة وهذا يعني أن التفاعل اتجه نحو الخلف ،
لذا نستنتج ان التفاعل الخلفي ماص للحرارة والامامي باعث للحرارة ، لذا يُعدّ التفاعل باعثاً للحرارة

علل / قيمة Kc تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة. وزاري
ج / عند رفع درجة الحرارة فالتفاعل يتجه نحو الماص للتقليل من الفائض بدرجة الحرارة ، أي سيتجه التفاعل نحو الامام ، لذا تزداد النواتج ، ولأن Kc قيمته تتناسب طردياً مع تراكيز النواتج لذا تزداد قيمة Kc

---

علل / زيادة الضغط على خليط متوازن($\Delta ng = + 1$) فإن الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات وزاري 2016
ج / Δng قيمتها موجبة فهذا يعني عدد مولات النواتج في المعادلة أكبر من عدد مولات المواد المتفاعلة ،
عند زيادة الضغط يتجه التفاعل نحو المولات الاقل ، لذا فانه يتجه نحو المواد المتفاعلة.

علل / في التفاعل المتزن الاتي $SO_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons$ طاقة + $SO_2Cl_{2(g)}$ ترتفع حرارة التفاعل عند اضافة SO_2 الى خليط الاتزان.
ج / يعد التفاعل ماص للحراره بما ان الطاقه في المتفاعلات

$$SO_{2(g)} + Cl_{2(g)} \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\rightleftharpoons}} \text{طاقة} + SO_2Cl_{2(g)}$$

عند اضافةSO_2 يختل الاتزان و ينزاح التفاعل نحو الخلف (باعث للحرارة) لذا ترتفع حرارة التفاعل

ملخص القوانين

القوانين	العلاقه الرياضيه
ثابت الاتزان بدلاله سرعه التفاعل الامامي والخلفي	$K_{eq} = \frac{k_f}{k_b}$
ثابت الاتزان بدلاله التراكيز المولاريه	$K_c = \frac{[\text{النواتج}]}{[\text{المتفاعلات}]}$
ثابت الاتزان بدلاله الضغوط الجزيئيه	$K_p = \frac{P_{(g)\text{النواتج}}}{P_{(g)\text{المتفاعلات}}}$
العلاقة بين ثابتي الاتزان Kp وKc	$K_p = K_c\ (RT)^{\Delta ng}$ $K_c = K_p\ (RT)^{-\Delta ng}$ R = 0.082 L . atm / K .mol
العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة (اذاعكس اتجاه تفاعل ما فإن ثابت الاتزان الجديد يساوي مقلوب ثابت الاتزان الاول) (اذا ضربت معادلة تفاعل ما في رقم معين (2 مثلاً) فان ثابت الاتزان الجديد يساوي قيمة ثابت الاتزان الاول مرفوع الى أس يساوي ذلك المعامل) (اذا كان التفاعل ناتجاً من مجموع عدد من التفاعلات فان ثابت الاتزان للتفاعل الكلي يساوي حاصل ضرب ثوابت الاتزان)	$K_{c2} = \frac{1}{K_{c1}}$ $K_{c2} = (K_{c1})^{½} = \sqrt{K_{c1}}$ $K_{c3} = K_{c1} \times K_{c2}$
حاصل التفاعل	$Q = \frac{[\text{نواتج}]}{[\text{متفاعلات}]}$
العلاقه بين الطاقه الحره Δ G وقيمه حاصل التفاعل Q	$\Delta G = \Delta G° + RT \ln Q$ $\Delta G° = - RT \ln K_{eq}$ (عند الاتزان)

مخطط لقاعدة لوشاتلية

العوامل المؤثره		حاله الاتزان	تركيز النواتج	ثابت الاتزان
زياده تركيز المتفاعلات		ينزاح نحو اليمين(النواتج)	يزداد	لاتتغير
زياده تركيز النواتج		ينزاح نحو اليسار(المتفاعلات)	يقل	=
نقص تركيز المتفاعلات		ينزاح نحو اليسار(المتفاعلات)	يقل	=
نقص تركيز النواتج		ينزاح نحو اليمين(النواتج)	يزداد	=
زياده الضغط	$\Delta ng = +1$	ينزاح نحو المولات الاقل (المتفاعلات)	يقل	=
	$\Delta ng = -1$	ينزاح نحو المولات الاقل (النواتج)	يزداد	
نقص الضغط	$\Delta ng = +1$	ينزاح نحو المولات الاكثر (النواتج)	يزداد	=
	$\Delta ng = -1$	ينزاح نحو المولات الاكثر (المتفاعلات)	يقل	
الضغط عند $\Delta ng = 0$		لاتأثير	لاتأثير	=
التسخين	ماص $(\Delta H = +)$	ينزاح نحو اليمين(النواتج)	يزداد	يزداد
	باعث $(\Delta H = -)$	ينزاح نحو اليسار(المتفاعلات)	يقل	يقل
التبريد	ماص $(\Delta H = +)$	ينزاح نحو اليسار(المتفاعلات)	يقل	يقل
	باعث $(\Delta H = -)$	ينزاح نحو اليمين(النواتج)	يزداد	يزداد

مخططات

Keq

$Keq = \frac{Kf}{Kb}$

علاقة Keq والمعادلة
1- اذا تم عكس المعادلة(1) Kc1
$Kc2 = \frac{1}{Kc1}$
2- اذا تم ضرب المعادلة(1) بعدد(2)
$Kc2 = (Kc1)^2$
3- $Keq = Keq1 \times Keq\ 2$

$\Delta G° = - RT \ln Keq$

$Kc = \frac{[\text{النواتج}]}{[\text{المتفاعلات}]}$

Kc = للغازات (g) والمحاليل(eq)

$Kp = Kc\ (RT)^{\Delta ng}$
$Kc = Kp\ (RT)^{-\Delta ng}$
$Kc = Kp$ عندما $\Delta ng = 0$

$Kp = \frac{P_{\text{النواتج}(g)}}{P_{\text{المتفاعلات}(g)}}$

Kp = للغازات (g) فقط

تحديد أتجاه سير التفاعل

$2HBr_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$H_{2(g)}$	+	$Br_{2(g)}$
3		0		0

أتجاه التفاعل امامي (→)

تحديد أتجاه التفاعل من حاصل التفاعل

$2HBr_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$H_{2(g)}$	+	$Br_{2(g)}$
3		3		3

$KC > Q$ اتجاه خلفي	$KC = Q$ أتزان	$KC < Q$ اتجاه أمامي

تحديد أتجاه التفاعل من التغير بالتراكيز

التغير بالتراكيز :

اي عباره يفهم منها ان النواتج ازدادت بعد وصول التفاعل للاتزان فالتفاعل امام
واي عباره يفهم منها ان المتفاعلات ازدادت بعد وصول التفاعل للاتزان فالتفاعل عكسي

$H_{2(g)}$	+	$Br_{2(g)}$	$\rightleftharpoons$	$2HBr_{(g)}$
Z		2		Y
X		X		2X
		3		

أتجاه التفاعل خلفي (لزياده التركيز) (←)

تحديد أتجاه التفاعل من التغير بدرجه حراره التفاعل (بدون عامل خارجي)

التسخين والتبريد :

(اذا ارتفعت درجه حراره التفاعل (بدون عامل خارجي كالتسخين) **فالتفاعل باعث للحراره**
(اذا انخفظت درجه حراره التفاعل (لوحدها بدون عامل خارجي كالتبريد) **فالتفاعل ماص للحراره**

$H_{2(g)}$	+	$Br_{2(g)}$	باعث $\rightleftharpoons$ ماص	$2HBr_{(g)}$
Z		2		Y
X		X		2X
3				3

نماذج أسئلة بكلوريا

أ - الاتزان الكيميائي والتفاعلات الانعكاسيه وغير الانعكاسيه

تمهيدي2013 : عرف التفاعلات المتجانسه س : وزاري 2013 : التفاعلات غير الانعكاسية - وزاري 2016/2 : التفاعلات الانعكاسية
س : وزاري 2013 (دور ثاني) : عرف قانون فعل الكتله
س : وزاري 2013 (دور ثاني) علل : تتوقف بعض التفاعلات بينم تظهر تفاعلات اخرى وكانها متوقفه

ب – حساب ثابت الاتزان من ثوابت السرعة ومن التراكيزوالضغوط الجزئيه

س وزاري 2015/1 :تفاعل متزن ثابت سرعة التفاعل الامامي (0.036) يساوي و ثابت سرعة التفاعل الخلفيي له يساوي(0.009) فان ثابت الاتزان له يساوي -----------
س 2016 (تمهيدي): في أحد التجارب العمليه اد خل 0.625 mole من غاز N_2O_4 في وعاء سعته 5 L فتفكك الغاز حسب التفاعل التالي وبدرجه حراره معينه وعند وصول التفاعل الى حاله الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي يساوي 0.025 mole / L احسب قيمه Kc لهذا التفاعل

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2\,NO_{2(g)}$$

س وزاري 2016/1 :تفاعل متزن له ثابت الاتزان له Keq = 3.2 وثابت سرعة التفاعل الامامي (0.064) فان ثابت سرعة التفاعل الخلفيي له يساوي ----------

---

ج- حساب التركيز او الضغوط الجزئيه او الكميات

س : تمهيدي2014 : في التفاعل المتزن الغازي $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons PCl_{5(g)}$
وجد أنه ضغط PCl_3 الجزئي في الاناء المغلق ضعف ضغط Cl_2 الجزئي وعند وصول التفاعل الى موضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط Cl_2 يساوي 1atm فاذا علمت ان Kp للتفاعل يساوي 1/6 فما ضغطا غازي Cl_2 و PCl_3 في بداية التفاعل

س 1– 2015 (خارج العراق): للتفاعل المتزن $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$
اناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من CO_2 و H_2 وبدرجة حرارة 2000K وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عندالاتزان تساوي3 mole ما تراكيز خليط الاتزان علماً بان ثابت الاتزان Kc يساوي 4 ؟

س: وزاري 2017 ت في التفاعل الغازي الاتي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ وضعت كميات مختلفة (مولات مختلفة) من H_2 و N_2 في إناء سعته لتر وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد أن ما استهلك من H_2 يساوي 0.3mole وما تبقى من N_2 يساوي 0.2 mole ما عدد مولات كل من H_2 و N_2 قبل التفاعل علماً بأن ثابت الاتزان Kc للتفاعل يساوي 200

د – العلاقه بين ثابتي الاتزان Kc و Kp

س : تمهيدي2013 : التفاعل المتوازن الاتي عند درجة حرارة 300K $NH_4HS\,(s) \longrightarrow NH_3(g) + H_2S\,(g)$
ووجد أن قيم الضغوط الجزئية لكل من غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي 0.3 atm احسب Kc وKp للتفاعل

س : وزاري 2013 : عند تسخين غاز NOCl النقي الى درجه 240°C في اناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادله

$$2\,NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$$

وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي 1 atm والضغط الجزئي لغاز NOCl يساوي 0.64 atm احسب : 1- الضغوط الجزئية لكل من غازي Cl_2 وغاز NO 2- ثابت الاتزان Kc للتفاعل عند درجة الحرارة نفسها

س وزاري 2015 / 3 : تتوقف العلاقة بين Kc و Kp على قيمة ----------

---

ر - العلاقه بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة

س : وزاري 2013 (دور ثاني) : وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه لترواحد وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي إلى حالة الاتزان، فوجد ان المتكون من غازالبروم0.2mol حسب التفاعل $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$
فما عدد عدد مولات HBr في خليط الاتزان لاناء اخر حجمه L=1 الناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات 2mol لكل منها

وزاري 2016 / 3 وضع 2 mol من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه 2Lوبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي إلى حالة الاتزان، فوجد ان المتكون من غازالبروم 0.4mol حسب التفاعل $H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$ فما عدد عدد مولات HBr في خليط الاتزان لاناء اخر حجمه L= 2 الناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات 2mol لكل منهما

ج / n_{HBr} = 2.4 mol

ه – حاصل التفاعل Q وتحديد اتجاه سير التفاعل

س وزاري 2013 / 3 للتفاعل الغازي الباعث للحرارة $2\ HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$
وفي اناء تفاعل حجمه لتر واحد وضعت مولات متساويه من Br_2 و H_2 وضعفها من HBr فوجد ان حرارة الاناء ارتفعت لحين استتباب حالة الاتزان ووجد ان الاناء يحتوي على 1mol من HBr و 2mol من Br_2 و 2mol من H_2 احسب :
1 – تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل. 2 – Kc للتفاعل ج / Kc = 2

وزاري 1- 2015: للتفاعل الغازي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ ثابت الاتزان K_c له يساوي 9
1 – هل ان مزيج مكون من 2mol كل الغازات (H_2- N_2-NH_3) في وعاء حجمه 1L يمثل حاله اتزان ولماذا
2 - لو افترضنا ان المزيج غير متزن،ماحجم الإناءاللازم لجعله متزناً ؟ ج / V = 6 L

س وزاري 2015 / 3: للتفاعل الغازي الباعث للحرارة $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$

وفي اناء تفاعل حجمه لتر واحد وضعت مولات متساويه من I_2 و H_2 وضعفها من HI فوجد ان حرارة الاناء ارتفعت لحين استتباب حالة الاتزان ووجد ان الاناء يحتوي على 1mol من HI و 2mol من I_2 و 2mol من H_2 احسب :

1 - تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل. 2 – Kc للتفاعل ج / $[H_2] = [I_2] = 1.25$ و $[HI] = 2.5$ 2 - Kc = 4

س وزاري 2016 / 3 (خ) :التفاعل الغازي التالي $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ في وعاء حجمه 2L سخن 0.4mol من كل من الغازات (HI , I_2 , H_2) وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان . أحسب عدد مولات الخليط عند الاتزان أذا علمت أن Kc للتفاعل : $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ يساوي 0.25 ج / $nH_2 = nI_2 = 0.3$ mol و nHI = 0.6 mol

---

س وزاري 2016 (خارج العراق): في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ في اناء حجمه لتر وضع 4 mol من A و 8 mol من C مع كمية من B وعند الوصول الى حاله الاتزان وجد ان الاناء يحتوي على 4 mol من B أحسب Kc اذا علمت ان حاصل التفاعل يساوي 16 ج / Kc = 0.03

س وزاري 2016/2 (خ): في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ وفي اناء حجمه لتر واحد وضع 3 mol من B مع مولات مختلفه من C , A وعند وصول التفاعل الى حاله الاتزان وجد ان اناء التفاعل يحتوي على 6 mol من C وكذلك 6 mol من A . ما عدد مولات كل من C , A قبل بدء التفاعل علما بان Kc للتفاعل = 1.5 ج : A = 4 mol , C = 9 mol

---

و – العلاقه بين الطاقه الحره G و حاصل التفاعل Q

س وزاري 2016 / 3 (خ) : تكون قيمة ΔG تساوي ΔG° عندما --------------

---

ي – قاعده لوشاتلية

س : تمهيدي2013 : عند خفض الضغط في خليط متزن (Δng = - 1) فالتفاعل ينزاح نحو -------وثابت الاتزان Kc -------

س : وزاري 2013 : ما تاثير (تقليص الحجم – زياده درجه الحراره) على حاله الاتزان لتفاعل وقيمه ثابت الاتزان لتفاعل غازي باعث للحراره وان Δn = - 1) فيه وذلك حسب قاعده لي شاتليه

س : وزاري 2013 (دور ثاني) : زياده درجه الحراره على تفاعل متزن باعث للحراره يؤدي الى ترجيح التفاعل ---------------

س : تمهيدي2014 : عند تقليل الضغط في خليط متزن (Δng = - 1) فالتفاعل ينزاح نحو -------وثابت الاتزان Kc -------

س : 2014 (2) : للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحراره $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ كيف تتغير حاله الاتزان عند
1) عند تسخين اناء التفاعل في اناء مغلق 2)عند زياده الضغط المسلط على التفاعل المتزن بدرجه حراره ثابته

س : 2014 (3) : زيادة الضغط على خليط متوازن(Δng = + 1) فإن الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات

س (وزاري2015/1) :في التفاعل الافتراضي المتزن : طاقة + $B_{(g)} \rightleftharpoons A_{(g)}$ لاتتغير حرارة اناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي

س (وزاري2015/1) خارج العراق عندما Δn_g = ---- لايكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة لاتزان.

س (وزاري 2015 خارج العراق) :صنف اربع اجراءات تودي لرفع المنتوج للتفاعل الغازي المتزن
$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ + طاقة

س وزاري2/ 2015 (خارج العراق) : التفاعل الغازي المتزن التالي ΔH = - 198.2 KJ/ mol $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons SO_{3(g)}$

ماتأثير كل من (على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان (أ -زيادة درجة حرارة التفاعل ب - تقليل الضغط المسلط على التفاعل.

س وزاري2/ 2015 : للتفاعل المتزن التالي $2HgO_{(S)} \rightleftharpoons 2Hg_{(l)} + O_{2(g)}$ ΔH تساوي 181KJ- عند درجه حراره 298K و K_p للتفاعل تساوي 3.2×10^{20} بين هل قيمه K_p عند 500K اكبر ام اقل من قيمتها عند298K للتفاعل نفسه ولماذا

س وزاري 2016 (تمهيدي) ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما Kc = 0.3 و Q = 1

س وزاري 2016 : علل / تقليص الحجم على خليط متوازن (Δn_g = - 1) فان الاتزان يتجه نحو النواتج

س وزاري 2016 : للتفاعل المتزن الآتي $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ وجد ان خليط الأتزان بدرجة حرارة 25 °C يحتوي على $[SO_3] = 0.003$ mol/L و $[SO_2] = 0.06$ mol/ L و $[O_2] = 0.02$ mol/ L وعند تبريد التفاعل الى 10 °C وجد أن K_c للتفاعل يساوي 4 بين هل التفاعل باعث أم ماص للحرارة

س وزاري 2016 (خارج العراق): يُعَدُّ التفاعل باعثاً للحرارة اذا أنخفضت قيمة Kc للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل

س وزاري 2016 / 2 يترجح التفاعل -------------- لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل.

س وزاري2016 / 3 في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند -----درجة الحرارة

س وزاري 2016 / 3 (خ) : للتفاعل المتزن الاتي $aB_{(g)} \rightleftharpoons 3A_{(g)}$ وجد ان ثابت الاتزان Kc يساوي 147.6 وبدلالة Kp يساوي 6 بدرجة حرارة 27 °C . بين تاثير زيادة الضغط على حالة الاتزان

ج / a = 2

س وزاري 2017 ت : تفليص الحجم على خليط متزن ($\Delta n_g = +1$) فان التفاعل ينزاح نحو ------- وثابت الاتزان Kc --------

المساعد في الكيمياء
للصف السادس العلمي
أحيائي

الفصل الثالث
الاتزان الايوني

لسنه 2016 - 2017

أعداد المدرس
وهب منير الموسوي
أعداديه الشيخ أحمد الوائلي

الفصل الثالث : الاتزان الايوني

مقدمة

تحدث التفاعلات الكيميائية في الغالب في المحاليل ولذلك تعتبر المحاليل مهمة جدا في الكيمياء .

خواص المادة المذابة في الماء(المحاليل المائية)

المحلول المائي : هو مزيج متجانس ناتج من ذوبان ماده (المذاب) في الماء (المذيب)

التأين في المحاليل المائيه : هي عمليه تتضمن تفاعل جزيئه مركب مع الماء لتكوين ايونات سالبة وموجبة

س : على ماذا يعتمد سلوك الاصناف الذائبة في المحلول المائي

أ- طبيعة المواد نفسها ب -على طبيعة الوسط الذي يحتويها

(فماده مثل كلوريدالصوديوم والتي تسلك سلوك الكتروليتات عند ذوبانها في الماء قد لاتسلك نفس السلوك عند ذوبانها في مذيبات كالايثر)

ولذافمن الضروري فهم المبادئ التي تحكم سلوك هذه المواد في المحاليل.

المواد الالكتروليتية و المواد غير الالكتروليتية

يمكن تقسيم المواد الى **صنفين رئيسيين** بحسب قابلية محاليها المائية على نقل التيار الكهربائي.

الموادغير الالكتروليتية :
ماده لايكون يكون لمحلولها المائي القابليه على التوصيل الكهربائي بسبب عدم تفكك هذه المواد الى ايونات

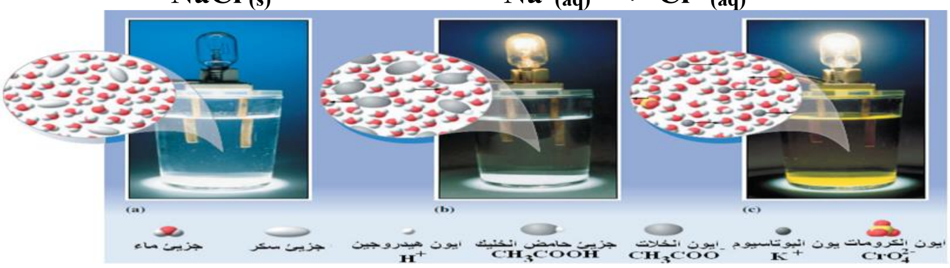
مثل المركبات التساهميه كالسكر والمواد العضويه كالبنزين

$$C_6H_{12}O_{6\,(s)} \xrightarrow{\text{ماء}} C_6H_{12}O_{6\,(aq)}$$

المواد الالكتروليتية (الالكتروليتات) :
ماده يكون لمحلولها المائي او لمنصهرها القابليه على التوصيل الكهربائي بسبب تفككها الى ايونات

عند ذوبان جميع المركبات الأيونية (الاملاح) والمركبات المستقطبة (غيرالأيونية) مثل HCl في الماء فانها تنتج ايونات، وهي بذلك تعد الكتروليتات .ويمكن لهذه الالكتروليتات ان تكون أ- املاحاً، ب - حوامض او قواعد

$$NaCl_{(s)} \xrightarrow{\text{ماء}} Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$



الشكل (5- 1) تجربة لاظهار تاثير وجود ايونات في محلول.قطبين من النحاس مغمورين في سائل داخل بيكر:

علل مايلي :

س : يلاحظ ان المصباح المربوط في محلول مائي لكرومات البوتاسيوم يضاء بشكل متوهج

ج / لان كرومات البوتاسيوم الكتروليت قوي أي ان المحلول يحوي عدد كبيرمن الايونات

س : يلاحظ ان المصباح المربوط في محلول مائي لحامض الخليك يضاء بشكل خافت

ج / لان المحلول المائي لحامض الخليك الكتروليت ضعيف أي ان المحلول يحوي عددقليل من الايونات

س : لايضاء المصباح المربوط في محلول ماء يحتوي سكر

ج / لان محلول السكر هو محلول غير الكتروليتي لايحوي ايونات

المواد الالكتروليتية (الالكتروليتات)	الموادغير الالكتروليتية
1- عند ذوبانها في الماء فانها تتفكك الى ايونات	**1- عند ذوبانها في الماء فانها لاتتفكك الى ايونات**
2- محاليلها المائيه موصله للتيار الكهربائي	**2- محاليلها المائيه غيرموصله للتيار الكهربائي**
3 – تشمل المركبات الايونيه والتساهميه المستقطبه	**3 - تشمل المركبات التساهميه والعضويه**

س : أذكر أهم السمات المميزة للالكتروليتات : س وزاري 2014 (تمهيدي) : ما هي الصفات المميزه للالكتروليتات

1 -قابليتها على ايصال التيار الكهربائي في حالاتها المنصهرة أو عندما تكون موجودةعلى شكل محلول في مذيب مستقطب

2 - تكون محصلة الشحنة الكهربائية لمحاليل الالكتروليتات مساوية للصفر اي ان محاليها تكون متعادلة كهربائيا.

3 - عند ذوبان الالكتروليتات في مذيب مستقطب كالماء، فان محلولها سوف يتضمن ايونات سالبة و ايونات موجب

س وزاري 2016 علام تعتمد قابلية المحلول الالكتروليتي للتوصيل الكهربائي

أ- طبيعة الايونات المكونة له ب- وعلى تركيز الايونات فيه ج- اضافة الى درجة حرارة المحلول.

يمكن تصنيف الالكتروليتات حسب قابليتها لنقل التيار الكهربائي الى صنفين هما :

أ- محاليل الالكتروليتات القوية ⟶

هي الموادالتي ينتج عند ذوبانها في الماء محاليل عالية التوصيل للكهربائية

س وزاري 3/2016 2017 ت: ينتج عن ذوبان الالكتروليتات القوية في الماء محاليل عالية التوصيل الكهربائي

ج / وذلك بسبب تفككها التام في محاليها المائية الى ايونات سالبة وموجبة

وترتبط جزيئاتها باواصر ايونيه او تساهميه مستقطبه وعند **كتابه معادلات تفككها يشار اليها بسهم امامي وتشمل 3 أقسام**

1 - الحوامض القويه $HCl_{(g)} \xrightarrow{H_2O} H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

2 – القواعد القويه $Ca(OH)_{2\,(aq)} \xrightarrow{H_2O} Ca^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$

3 – الاملاح تامه الذوبان في الماء $AgNO_{3\,(S)} \xrightarrow{H_2O} Ag^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)}$

الحوامض القويه (8 عددها)		القواعد القويه (5 عددها)		الاملاح تامه الذوبان في الماء	
HCl	حامض الهيدروكلوريك	NaOH	هيدروكسيد الصوديوم		
HI	حامض الهيدرويوديك	KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم	NaCl	جميع املاح الصوديوم مثل كلوريد الصوديوم
HBr	حامض الهيدروبروميك	LiOH	هيدروكسيد الليثيوم	KNO_3	جميع املاح البوتاسيوم نترات البوتاسيوم
$HClO_4$	حامض فوق الكلوريك البير كلوريك	$Ca(OH)_2$	هيدروكسيد الكالسيوم	K_2SO_4	كبريتات البوتاسيوم
$HMnO_4$	حامض فوق المنغنيك البر منغنيك	$Ba(OH)_2$	هيدروكسيد الباريوم		جميع املاح الامونيوم
HNO_3	حامض النتريك	RbOH	هيدروكسيد الربيديوم	NH_4CL	مثل كلوريد الامونيوم
H_2SO_4	حامض الكبريتيك			$CaCl_2$	كلوريد الكالسيوم
H_2CrO_4	حامض الكروميك			$AgNO_3$	نترات الفضه

حساب تراكيز الايونات في محاليل الالكتروليتات القوية مباشرة

[الايون] = [التركيز الابتدائي للحامض القوي او القاعده القويه] × عدد مولات الايون المتحرره

مثال 1-3: أحسب التراكيز المولاريه لايون Ba^{2+} وايون OH^- في محلول 0.03 M من هيدروكسيد الباريوم

الحل / نكتب المعادله الرئيسيه لتفكك القاعده القويه $Ba(OH)_2$

$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$

التركيز الابتدائي (قبل التأين)	0.03 M	0	0
التركيز النهائي	0	0.03 M	0.06 M

وهذا يعني ان $[OH^-] = 0.06$ M / $[Ba^{2+}] = 0.03$ M

واجب

تمرين 1-3 : احسب تراكيز الاصناف الايونية في محاليل المركبات(إلكتروليتات قوية)التالية حسب التراكيز المشار اليها.

أ- HBr 0.25 M ب – KOH 0.055 M ج – $CaCl_2$ 0.155 M

س 3-5 فرع 2 التراكيز المولاريه لايونات Na^+ و SO_4^{2-} في محلول مائي من كبريتات الصوديوم تركيزه 0.4M يساوي------

ب- محاليل الالكتروليتات الضعيفه ⇌

وهي المواد التي ينتج عن ذوبانها في الماءمحاليل ضعيفه التوصيل الكهربائيه لانها تتأين بشكل جزئي في محاليلهاالمائيه

وتشمل أ – الحوامض الضعيفة ب – القواعد الضعيفة ج – أملاح شحيحة الذوبان في الماء

الحوامض الضعيفه $CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$

القواعد الضعيفه $NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

املاح شحيحه الذوبان في الماء $AgCl_{(aq)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

عند ذوبان أي نوع من هذه المواد في الماء ينتج ثلاث أصناف :

1 – أيونات موجبه 2- أيونات سالبه 3- جزيئات غير متأينه (غير متفككه)

الحوامض الضعيفه (عددها 14)		القواعد الضعيفه (عددها 6)		املاح شحيحه الذوبان في الماء	
HF	حامض الهيدروفلوريك	NH_3	الامونيا	$AgCl$	كلوريد الفضه
HCN	حامض الهيدروسيانيك	CH_3NH_2	مثيل أمين	Ag_2S	كبريتيد الفضه
H_2S	حامض الهيدرو كبريتيك				
$HCOOH$	حامض الفورميك	$C_2H_5NH_2$	أثيل أمين	$Hg\ Cl$	كلوريد الزئبق
CH_3COOH	حامض الخليك	$C_6H_5NH_2$	الانلين	$C\ aF_2$	فلوريد الكالسيوم
C_6H_5COOH	حامض البنزويك				
$H_2C_2O_4$	حامض الاوكزاليك	C_6H_5N	البيريدين	$Pb_3(PO_4)_3$	فوسفات الرصاص
HNO_2	حامض النتروز	C_7H_9N	بنزيل أمين		
H_2SO_3	حامض الكبريتوز				
H_2CO_3	حامض الكاربونيك				
H_3PO_4	حامض الفسفوريك				
H_3PO_3	حامض الفسفوروز				
C_6H_5OH	حامض الفينول				
$HC_6H_7O_6$	حامض الاسكوربيك فيتامين C				

الاتزان الايوني : هو اتزان يحصل في محاليل الالكتروليتات الضعيفه بين جزيئاتها وبين الايونات الناتجه عن تفككها

توصف هذه الحالة على انها حالة اتزان حركي(ديناميكي) يكون فيها

معدل سرعة التفاعل الامامي = معدل سرعة التفاعل الخلفي متساوية

وتكون جميع مكونات المحلول في حالة تفاعل مستمر ولكن مع بقاء جميع تراكيز مكونات مزيج التفاعل عند حالة اتزان ثابتة لاتتغير عند ثبوت درجة الحرارة

ملاحظه : **الاتزان الايوني يختص بالالكتروليتات الضعيفه والاملاح شحيحه الذوبان في الماء**

(لان جزيئات الالكتروليتات القويه تامه التأين لاتحتوي على جزيئات)

ثابت الاتزان الايوني :

حاصل ضرب التراكيز المولارية عندحالة الاتزان لنواتج التفاعل مقسومة على حاصل ضرب التراكيز المولارية عند حالة الاتزان للمكونات المتفاعلة كلٌ منها مرفوع الى اس مساوالى عدد مولات المكون الممثلة في المعادلة الكيميائية الموزونة

التعبير عن عملية الاتزان الايوني في محاليل الالكتروليتات الضعيفة

يعبر عن حالة الاتزان الايوني (مثل ما يعبر في حالة الاتزات الكيميائي) بدلالة ثابت الاتزان Kc

س : أكتب التعبير الرياضي لحساب قيمه Kc لتفكك حامض الخليك في محلوله المائي

Kc = ثابت الاتزان الايوني [ ] = التراكيز المولارية للاصناف المكونة للمحلول عند حالة الاتزان	$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$ $Kc = \frac{[H^+][CH3COO^-]}{[CH3COOH]}$

مثال 2-3 : أكتب التعبير الرياضي لحساب قيمه Kc لمحلول الامونيا المخفف

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

الحل / حيث Keq = قيمه ثابت الاتزان

$$Keq = \frac{[NH_4^+]\ [OH^-]}{[NH_3]\ [H_2O]}$$

حيث Kc = قيمه ثابت الاتزان بدلاله التراكيز المولاريه

$$Kc = K_{eq} \times [H_2O]$$

$$Kc = \frac{[NH_4^+]\ [OH^-]}{[NH_3]\ [H_2O]} \times [H_2O] = \frac{[NH_4^+]\ [OH^-]}{[NH_3]}$$

ملاحظه : لكون الماء هو المذيب المستعمل للمحلول فان تركيز جزيئات الماء يكون كبيرا جدا بالمقارنة مع تراكيز بقية الاصناف التي تسهم في عملية الاتزان،ولذلك يبقى تركيز الماء ثابتا (تقريبا)

س : كيف تثبت ان تركيز الماء النقي M = 55.55 مهما كانت قيمته

الحل / يمكن حساب التركيز المولاري للماء في المحاليل المخففة على انه مساو للتركيز المولاري للماء النقي

كثافة الماء النقي = (1 kg/L وأن 1 kg = 1000 g

فالكتلة المولية للماء تساوي :

$$M\ (H_2O) = 2\times1 + 1\times16 = 18\ g/mol$$

$$M\ (mol/L) = \frac{n\ (mol)}{V\ (L)} = \frac{m_{(g)}}{M_{g/mol} \times V_{(L)}} = \frac{1000\ _{(g)}}{18\ g/mol \times 1_{(L)}} = 55.55\ mol/L$$

تفكك الالكتروليتات الضعيف

يمكن تعريف الحامض والقاعده حسب نظريه برونشتد – لوري بالشكل التالي

الحامض حسب نظريه برونشتد – لوري :

المادة التي لها القابلية على فقدان(وهب) بروتون لتكوين قاعدة قرينة

حامض $\rightleftharpoons$ بروتون + قاعدة قرينة

وقد يكون الحامض

أ - جزيئة متعادلة مثل H_2SO_4 و HCl ب - او أيونا موجبا مثل $C_6H_5NH_3^+$ و NH_4^+ ج - او أيونا سالبا مثل HSO_4^-

القاعده حسب نظريه برونشتد – لوري :

هي المادة التي لها القابلية على اكتساب البروتون مكونة حامض قرين

قاعدة + بروتون $\rightleftharpoons$ حامض قرين

وقد تكون القاعده

أ - جزيئة متعادلة مثل NH_3 ب - او أيونا موجبا مثل $Fe(H_2O)_5(OH)_2^+$ ج - او أيونا سالبا مثل OH^- و CH_3COO^-

قوه الحوامض والقواعد

س : على ماذا تعتمد قوة الحامض حسب نظرية برونشتد - لوري

أ - مدى قابلية الحامض على فقدان البروتون

ب - الوسط الذي يحتوي الحامض

س : على ماذا تعتمد قوة القاعدة حسب نظرية برونشتد - لوري

أ - مدى قابلية القاعدة على اكتساب البروتون

ب - الوسط الذي يحتوي القاعدة

تعين القرائن :

ان لكل حامض قاعدة قرينة تخالفه في القوة

و لكل قاعدة حامض قرينة تخالفه في القوة

الحامض القرين : وهو الماده الناتجه من قاعده برونشتد بعد تقبلها بروتون مثل NH_4^+

أو هو الايون الموجب الناتج من تاين القاعده في المحلول

حامض قرين $\rightarrow$ H^+ + قاعده برونشتد

القاعده القرينه : وهو الماده الناتجه من حامض برونشتد بعد فقدان بروتون مثل Cl^-

أو هو الايون السالب الناتج من تاين الحامض في المحلول

H^+ + قاعده قرين $\rightarrow$ حامض برونشتد

حوامض وقواعد برونشتد في المحاليل المائية

تعتمد قوة الحوامض والقواعد أيضا حسب قابليتها للاتحاد مع جزيئة الماء
في المحاليل المائيه يكون حامض برونشتد قويا مثل (HCl) عندما يتجه التفاعل الامامي بشكل تام نحو اليمين (بمعنى ان جزيئه HCl تتأين بشكل تام تقريبا في الماء)

$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(aq)} \longrightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

حامض قوي (1)　　قاعد قوية (2)　　حامض قرين ضعيف (2)　　قاعده قرينه ضعيف (1)

ملاحظة مهمة : **يعتبر الماء قاعدة قوية عندما يتفاعل مع الحوامض القوية**
وينطبق نفس الحال عند تفاعل القواعد القوية مع الماء

الحوامض الضعيفه Weak Acids

يكون تفاعل الحوامض الضعيفة بشكل جزئي حيث يندفع التفاعل نحو اليمين بشكل غير تام

مثال تفكك حامض الخليك CH_3COOH (حامض ضعيف)

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

حامض ضعيف (1)　　قاعد ضعيفة (2)　　حامض قرين قوي (2)　　قاعده قرينه قوي (1)

تُعَدُّ الحوامض الضعيفة الكتروليتات ضعيفة ولذلك فان عملية تفككها في الوسط المائي تخضع الى **حالة اتزان بين الجزيئات غير المتفككة والايونات الناتجة من عملية التفكك والتي يمكن التعبير عنها بوساطة ثابت الاتزان Ka**
وعلى ضوء كتابه معادله عامه لتفكك الحامض الضعيف (HA)

$$HA_{(aq)} + H_2O_{(aq)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + A^-$$

$$Ka = \frac{[H_3O^+]\ [A^-]}{[HA]}$$

بما ان تركيز الماء $[H_2O]$ ثابت

(ثابت الاتزان هنا = ثابت تفكك (تأين) الحامض الضعيف)

(Ka) = ثابت تفكك الحامض الضعيف

[HA] = التركيز الابتدائي للحامض الضعيف

$[H_3O^+]$ = تركيز المتأين من الحامض

درجة التفكك او درجة التأين　　وزاري 2017ت عرف درجة التأين

هي النسبة بين كمية الصنف المذاب المتفككة عند حالة الاتزان الى كمية الصنف المذاب الكلية.

ملاحظات :
1 – العلاقه أعلاه تنطبق فقط على الحوامض الضعيفه فقط لان الحوامض القويه تامه التأين
2 – تعتبر قيمة تفكك الحوامض الضعيفه (Ka) مقياسا لقوه الحوامض لانه كلما كانت القيمه كبيره كلما كان مقدارتفككه كبيرأي تحرره للبرتونات $[H^+]$ وبالتالي ازدياد حموضته

القوانين الاخرى للالكتروليتات الضعيفه

درجة التفكك (التأين) = $\frac{\text{[H] عند حاله الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للماده}}$	أو درجه التفكك (التأين) = $\frac{\text{[X] عند حاله الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للماده}}$

$$[H^+] \times \text{درجه التفكك} = Ka \longleftrightarrow Ka = \frac{[H^+]\ [H^+]}{[HA]}$$

النسبه المئويه للتفكك (التأين) = $\frac{\text{تركيز الجزء المتأين من الماده عند حاله الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للماده}} \times 100\ \%$

النسبه المئويه للتفكك (التأين) = درجه التفكك (التأين) × 100 %

المتبقي من تركيز الالكتروليت الضعيف عند التوازن الايوني = التركيز الاصلي - تركيز المتأين منها

ملاحظات : حول كيفيه حل المسائل المتعلقه بالالكتروليتات الضعيفه

1 – كتابه معادله الالكتروليت الضعيف

2 – كتابه المخطط كما مر في ثابت الاتزان (مرحلتين فقط)حيث (X) تمثل المتأين (أوالمتفكك)من الالكتروليت

3 – اذا كانت قيمه ثابت التفكك Ka اقل من 10^{-5}

• النسبه المئويه للتأين أقل من 5 % او درجه التأين اقل من 0.05

فيمكن أستعمال **التقريب** في حل السؤال(تهمل قيمه التركيز المتأين (X) المطروحه من التركيزالاصلي (الابتدائي))

وخلاف ذلك يجب استعمال طريقه الدستورلحل المعادله $a x^2 + bx + C = 0$

$$X = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a}$$

مثال 3 – 3 : احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي $H^+ (aq)$ في 0.1 M محلول مائي لحامض الخليك ودرجة التاين والنسبة المئويةلتفكك الحامض، اذا علمت ان ثابت حامض الخليك 1.8×10^{-5}

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{aq}$$

	CH_3COOH	CH_3COO^-	H^+
التركيز الابتدائي	0.1 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	0.1 - X (تهمل)	X	X

قيمه Ka للحامض صغيرة جدا وبالتالي يكون مقدار مايتفكك من الحامض (X) صغير جدا مقارنة بالتركيز الابتدائي

(0.1- x) mol/L ≈ 0.1 mol / L

$$Ka = \frac{[CH3COO-]\ [H+]}{[CH3COOH]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{(0.1)} \Longrightarrow X^2 = 1.8 \times 10^{-6}$$

$$X = \sqrt{1.8 \times 10^{-6}} = 1.3 \times 10^{-3}\ M = [H^+]$$

درجه التفكك(الحامض) = $\frac{\text{تركيز ايون الهيدروجين}}{\text{التركيز لابتدائي للحامض}} = \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1} = 0.013$

النسبه المئويه للتفكك =درجه التفكك × 100 % = 0.013 × 100 % = 1.3 % (النسبه اقل من5 % فالتقريب صحيح)

مثال :يعتبر حامض النيكوتنيك من الحوامض العضوية الضعيفة احادية البروتون $HA_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$ **فأذا كان المحلول المائي لهذا الحامض عند حالة الأتزان مكونة من [HA] = 0.049 M و $[H^+] = [A^-] = 8.4 \times 10^{-4}$ M ما قيمة ثابت تفكك الحامض**

الحل /

$$HA_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$$

عند الاتزان 0.049 8.4×10^{-4} 8.4×10^{-4}

$$Ka = \frac{[H^+]\ [A^-]}{[HA]} = \frac{(8.4 \times 10^{-4})\ (8.4 \times 10^{-4})}{0.048} = 1.44 \times 10^{-5}$$

واجب

تمرين 3-2 : احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في المحلول المائي لحامض الهيدروسيانيك $Ka = 4.9 \times 10^{-10}$ تركيزه يساوي 0.2 M   ج / 1×10^{-5} M

س 10-3 : اذا علمت ان قيمة Ka لحامض البروبانويك تساوي C_2H_5COOH تساوي $Ka = 1.3 \times 10^{-5}$ ما النسبة المئوية لتفكك الحامض في محلوله المائي ذي تركيز 0.65 M   ج : 0.45 %

س 3 - 17: وزاري 2013 / 3 يتأين حامض الخليك في محلوله المائي ذو تركيز 0.01 M بمقدار 4.2 % احسب ثابت تأين الحامض   ج/ $Ka = 1.76 \times 10^{-5}$

س 3 –26 : اذا علمت ان درجة تفكك 0.1 M حامض الهيدروسيانيك HCN تساوي 0.01 % كم هو ثابت تأين هذا الحامض   ج/ $Ka = 1 \times 10^{-9}$

س واجب ت : أختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح

الفرع (3) احد المحاليل الاتية تصل الى حالة الاتزان عند التأين

أ– H_2SO_4 ب – CH_3NH_2 ج – KOH

س خارجي : اذاعلمت ان النسبه المئويه لتفكك CH_3COOH = 2% وان نصف لتر منه يحتوي 3g من الحامض المذاب احسب تركيز الحامض غير المتفكك علما ان الكتله المولية لـCH_3COOH = 60 g/mol   ج/ [الحامض غيرالمتفكك] = 0.098 M

علاقه التخفيف

عدد مرات التخفيف = $\frac{\text{[الالكتروليت] قبل التخفيف}}{\text{[الالكتروليت] بعد التخفيف}}$

عدد مرات التخفيف = $\frac{M1}{M2}$

قانون التخفيف :

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

مثال 3 – 4 : احسب درجه التفكك والنسبه المئويه للتأين لماده حامض الهيدروفلوريك HF في محلولها المائي الذي تركيزه أ- 0.1 M ب - 0.01 M $Ka = (6.8 \times 10^{-4})$ وما هي العلاقه بين النسبه المئويه للتأين وتركيز المحلول

الحل / أ- لمحلول تركيزه 0.1 M

$$HF \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + F^-_{(aq)}$$

	HF	H^+	F^-
التركيز الابتدائي	0.1 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	0.1 - X	X	X

$$Ka = \frac{[H^+]\ [F^-]}{[HF]} \Longrightarrow 6.8 \times 10^{-4} = \frac{X^2}{(0.1-X)}$$

$(1 \times 10^{-5} < 6.8 \times 10^{-4}$ قيمه Ka للحامض في هذا المثال ليست صغيرة جدا)

نجرب هنا الحل بطريقتين للمقارنه

الحل بطريقه التقريب :

$(0.1 - x)\ mol/L \approx 0.1\ mol/L$

وباستعمال هذا التقريب في معادلة ثابت التفكك نحصل على:

$$6.8 \times 10^{-4} = \frac{X^2}{(0.1)}$$

$$X^2 = 6.8 \times 10^{-5}$$

$$X = \sqrt{6.8 \times 10^{-6}}$$

$$X = 8.25 \times 10^{-3}\ M = [H^+]$$

درجه التفكك(الحامض) = $\frac{\text{تركيز أيون الهيدروجين عند حاله الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للحامض}}$

درجه التفكك(الحامض) = $\frac{8.25 \times 10^{-3}}{0.1} = 0.0825$

النسبه المئويه للتفكك = درجه التفكك × 100 %

النسبه المئويه للتفكك = $\frac{8.25 \times 10^{-3}}{0.1} \times 100$ %

النسبة المئوية لتفكك حامض الهيدروفلوريك= 8.25 %

وهذه النسبة المئوية لتفكك هذا الحامض اكثر من 5 %

وهذا بسبب كون ثابت التفكك اكبر من 10^{-5}

لذلك لايجوز استعمال هذه الطريقة للحل.

الحل طريقة استعمال الدستور :

$$6.8 \times 10^{-4} = \frac{X^2}{(0.1-X)}$$

$$X^2 = (6.8 \times 10^{-5}) - (6.8 \times 10^{-4}\ X)$$

$$X^2 + (6.8 \times 10^{-4}\ X) - (6.8 \times 10^{-5}) = 0$$

$$X = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a}$$

$$X = \frac{-(6.8\times10^{-4}) \pm \sqrt{(6.8\times10^{-4})^2 - 4\times(-6.8\times10^{-5})}}{2}$$

إن حل هذه المعادلة الجبرية يعطي قيمتين تكون احداهما موجبة والاخرى سالبة،تهمل القيمة السالبة لان لامعنى لها من الناحية العملية (لايوجد تركيز تكون قيمته سالبة.)

$$X = 7.91\times10^{-3}\ M = [H^+]$$

بمقارنة تركيز ايونات الهيدروجين في محلول حامضHF عند حالة الاتزان المحسوبة بطريقة التقريب و المحسوبة بدون اجراء التقريب (باستعمال الدستور)، نجد ان هناك فرق واضح في القيمة المحسوبة لذلك لايمكن الاعتمادعلى التقريب لانه يعطي نتيجة خاطئة.

درجه التفكك(الحامض) = $\frac{\text{تركيز أيون الهيدروجين عند حاله الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للحامض}}$

درجه التفكك(الحامض) = $\frac{7.91 \times 10^{-3}}{0.1} = 0.0791$

النسبه المئويه للتفكك = درجه التفكك × 100 %

النسبه المئويه للتفكك = $\frac{7.91 \times 10^{-3}}{0.1} \times 100$ % = 7.91 %

ب- لمحلول تركيزه 0.01 M

$$6.8 \times 10^{-4} = \frac{X^2}{(0.01-X)}$$

$$X^2 = (6.8 \times 10^{-6}) - (6.8 \times 10^{-4}\ X) \Longrightarrow X^2 + (6.8 \times 10^{-4}\ X) - (6.8 \times 10^{-6}) = 0$$

$$X^- = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a} = \frac{-(6.8\times10^{-4}) \pm \sqrt{(6.8\times10^{-4})^2 - 4\times(-6.8\times10^{-6})}}{2}$$

درجه التفكك(الحامض) = $\frac{\text{تركيز أيون الهيدروجين عند حاله الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للحامض}}$

درجه التفكك(الحامض) = $\frac{7.91 \times 10^{-3}}{0.01} = 0.229$

النسبه المئويه للتفكك = درجه التفكك × 100 % = $\frac{2.29 \times 10^{-3}}{0.01} \times 100$ % = 22.9 %

س وزاري 2013 / 3   علل تزداد درجه تأين الالكتروليت الضعيف عند التخفيف)

ج / لان عمليه تخفيف المحلول تؤدي الى تقليل تركيز الايونات المتفككة (H^+ او OH^-) ولازالة عملية التخفيف (حسب قاعدة لو -شاتلية) يزداد (تفكك جزيئات الالكتروليت الضعيف) فتنقص كميتها وتزداد تركيز الايونات الناتجة من التفكك وبما أن درجة التأين تتناسب طرديا مع تركيز المتأين لذا تزداد درجة التأين

س : وزاري: تزداد درجه تفكك HNO_2 باضافه الماء اليه

ج / لان أضافة الماء تؤدي الى تخفيف المحلول فيقل تركيز $[H^+]$ ولتعويض النقص الحاصل في تركيز $[H^+]$ يزداد درجة تفكك HNO_2

ملاحظه : عند تخفيف محلول الحامض بمقدارعشرمرات فان درجة التفكك (او النسبة المئوية للتأين)تزداد بمقدار ثلاث مرات تقريبا (من 0.079 الى 0.229) حيث ان العلاقه عكسيه بين درجة التفكك والتركيز الابتدائي للحامض

واجب

تمرين 3-3 :احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في المحلول المائي للفينول C_6H_5OH $Ka = 1.3 \times 10^{-10}$ الذي تركيزه

أ – 0.2M   ب – بعد تخفيفه لمئة مره   ج / أ- 0.51×10^{-5} M   ب - 0.51×10^{-6} M

س وزاري : لتر من محلول حامض الهيدروسيانيك يحتوي 0.0 2mol منه وثابت تفككه $Ka = 5 \times 10^{-5}$ أحسب درجة تفكك هذا الحامض عند اضافه لتر واحد من الماء المقطر الى محلوله السابق وناقش النتائج . م / اعتبر $\sqrt{0.5} = 0.7$

ج / درجه التفكك قبل الاضافه = 0.05   ج / درجه التفكك بعد الاضافه = 0.07

الحوامض الضعيفة أحادية البروتون و المتعددة البروتون :

الحوامض الضعيفة احادية البروتون

هوالحامض الذي ينتج كل جزيء منه بروتون واحد فقط عند تفككه في الماء ويمكن ان يكون هذا الحامض قوياً اوضعيفاً .

الحوامض المتعدده البروتون : س وزاري 2 / 2015 عرف الحامض المتعدد البرتون

هو الحامض الذي يمكن ان الذي يحوي اكثر من بروتون قابل للتأين على مراحل متعددة مثل H_3PO_4

وغالباميكون البروتون الذي ينتج في الخطوة الاخيرة ضعيف (اضعف من البروتونات الناتجة من خطوات التفكك السابقة)

س : يعاني حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ في محلوله المائي من تفاعلين و له ثابتين للتفكك (Ka1 – Ka2)

ج / لانه يمتلك بروتونين ولكل منهما ثابت تفكك خاص به بسبب أختلاف درجة حموضة البروتون الاول والثاني

$$H_2C_2O_{4\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + HC_2O_4^-{}_{(aq)}$$

$$Ka1 = \frac{[H_3O^+]\ [HC2O4^-]}{[H2C2O4^-]} = 5.37 \times 10^{2-}$$

$$HC_2O_{4\,(aq)} + H_2O_{(aq)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + C_2O_4^-{}_{(aq)}$$

$$Ka2 = \frac{[H_3O^+]\ [C2O4^-]}{[HC2O4^-]} = 5.1 \times^{-5}\ 10$$

مثال : حامض الفسفوريك H_3PO_4 له ثلاث تفاعلات ثوابت للتفكك و ثلاث ثوابت تفكك هي Ka1 – Ka2 - Ka3

$$H_3PO_{4\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + H_2PO_4^-{}_{(aq)}$$

$$Ka1 = \frac{[H_3O^+]\ [H2PO4^-]}{[H3PO4]} = 7.11 \times 10^{-3}$$

$$H_2PO_4^{-1}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + HPO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

$$Ka2 = \frac{[H_3O^+]\ [HPO4^-]}{[H2PO4^-]} = 6.32 \times 10^{-8}$$

$$HPO_4^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + PO_4^{3-}$$

$$Ka3 = \frac{[H_3O^+]\ [PO4^{-3}]}{[HPO4^{-2}]} = 4.8 \times 10^{-13}$$

يلاحظ من قيم ثوابت التفكك انها دائماً تتبع المنوال الاتي :

$$Ka1 > Ka2 > Ka3$$

س : قيم ثوابت تفكك الاول اكبر من قيم ثوابت التفكك الثاني في محاليل الحوامض متعدده البروتون علل ذلك

ج / يعود السبب في ذلك الى نقصان قابلية الاصناف التي تحمل شحنة سالبة على فقدان بروتون موجب الشحنة بسبب ازدياد التجاذب الالكتروستاتيكي بين ايونات ذوات الشحنات المختلفة.

س وزاري 2016 / 3 (خ): اكتب معادلات تفكك حامض الكبريتوز وحدد اي خطوه لها اكبر ثابت تفكك ولماذا

س : ثابت تفكك HS^- هو ---------- ثابت تفكك H_2S

محاليل القواعد الضعيفة : Weak bases

هي الصنف الذي له قابلية جزئية (غير تامة)على اكتساب البروتونات من المذيب،
ولذلك فانها تتميز بان لها ثابت تفكك ويرمز له بالرمز Kb

مثال، يمكن تمثيل تفاعل تفكك الامونيا في الماء

$$NH_{3\,(aq)} + H_2O_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-$$

قاعدة ضعيف (1)　　حامض ضعيف (2)　　حامض قرين قوي (1)　　قاعدة قرينه قوي (2)

$$Kb = \frac{[NH4^+]\ [OH^-]}{[NH3]} = 1.8 \times 10^{-5}$$

وبصورة عامة يمكن التعبير عن الاتزان الايوني لتفكك القاعدة الضعيفة B في محلولها المائي كما يأتي :

$$B_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons BH^+{}_{(aq)} + OH^-$$

بما ان تركيز الماء $[H_2O]$ ثابت

$$Kb = \frac{[BH^+]\ [OH^-]}{[B]}$$

حيث Kb ثابت تفكك القاعدة الضعيفه

[B] = التركيز الابتدائي للقاعدة الضعيفة

$[OH^-]$ = تركيز المتأين من القاعدة

فائده :

1- عند حل الامثلة الحسابية المتعلقة بالقواعد الضعيفة يتبع نفس الاسلوب الذي أُستخدمَ عند التعامل مع الحوامض الضعيفة باستخدام التقريب من عدمه.

2 – عند كتابه معادله لتفكك القاعده الضعيفه نكتب معادله تفاعل القاعده الضعيفه مع الماء

مثال 3-4 : إحسب تركيز ايون الهيدروكسيد $[OH^-]$ ودرجة التأين والنسبة المئوية للتأين للمحلول المائي للامونيا الذي تركيزه يساوي 0.2 M علما ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة $Kb\ (NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$

الحل /

$$NH_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-$$

	NH_3	NH_4^+	OH^-
التركيز الابتدائي	0.2 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	0.2 - X (تهمل)	X	X

$$Kb = \frac{[NH4^+]\ [OH^-]}{[NH3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{(0.2)}$$

$$X^2 = 3.6 \times 10^{-6}$$

$$X = \sqrt{3.6 \times 10^{-6}} = 1.9 \times 10^{-3}\ M = [OH^-]$$

$$\text{درجة التفكك(القاعده)} = \frac{\text{تركيز } [OH] \text{ عندالاتزان}}{\text{التركيزالابتدائي للقاعدة}} = \frac{1.9 \times 10^{-3}}{0.2} = 0.0095$$

النسبة المئوية لتفكك NH_3 = درجة التفكك × 100 % == 0.095× 100 % = 0.95 %

تمرين 3-4 : إحسب درجة التأين للمحلول المائي للانيلين C_6H_7N $Kb = 3.8 \times 10^{-10}$ الذي تركيزه 0.1 M　ج : 6.2×10^{-5}

س وزاري 2015 (خارج العراق) : لتر من محلول الامونيا بتركيز 0.05 M النسبة المئوية لتفككه 2% أحسب Kb ودرجة التأين
ج / $Kb = 2 \times 10^{-5}$　/ درجة التأين = 0.02

س خارجي : محلول (0.1) من الامونيا درجة تفككها 0.01 . أحسب درجة تفككها بعد تخفيف محلولها بالماء 100 مرة　ج / 0.1

س (وزاري) : أعتبار الماء أمفوتيريا بنظر برونشتد

ج / يسلك الماء حامض برونشتد عندما يهب بروتونا (H^+) متحولا الى OH^-

$$NH_{3\,(aq)} + H_2O_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-$$

(H_2O حامض برونشتد)

يسلك الماء قاعده برونشتد عندما يتقبل بروتونا (H^+) متحولا الى H_3O^+

$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(aq)} \longrightarrow H_3O^+{}_{(aq)} + Cl^-$$

(H_2O قاعده برونشتد)

Self-Ionization of Water التاين الذاتى للماء

هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزيء ماء الى جزيء آخر ويكون ناتج هذه العملية في الماء النقي تكون اعداد متساوية من ايونات الهيدرونيوم H_3O^+ وايونات الهيدروكسيد HO^-

ويمكن ان تحدث **عملية التأين الذاتي للماء** في الماء النقي او في المحاليل المائية لمواد اخرى .
تعدًّعملية التاين الذاتي للماءعملية برتنة ذاتية (انتقال بروتون بشكل تلقائي) **وهي المسؤولة عن الصفة الامفوتيرية للماء**
لقد اظهرت القياسات العملية لقابلية الماء على التوصيل الكهربائي ان الماء النقي يعاني من عملية تأين الى مدى بسيط.

$$H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

ويمكن وصف عملية الاتزان من خلال ثابت يدعى قيمه ثابت الحاصل الايوني للماء ويعبر عنه عادة بالرمز Kw.

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] \quad \text{أو} \quad K_w = [H^+][OH^-]$$

$$Kw = [1\times 10^{-7}]\ [1\times 10^{-7}]$$

$$1 \times 10^{-14} = [H^+][OH^-] \qquad \text{(عند درجه حراره } 25\ C^\circ)$$

==

ملاحظات :

- **ان تأين الماء مقدار لايذكر ويتضح ذلك من قيمه ثابت الاتزان $= 10^{-14}$**
- **يستفاد من العلاقه السابقه لحساب $[H^+]$ بدلاله $[OH^-]$ او بالعكس**
- **ان العلاقه بين $[H^+]$ و $[OH^-]$ هي علاقه عكسيه حيث كلما يزداد احدهما يقل الاخر بحيث يبقى حاصل ضربهما $= 1 \times 10^{-14}$ (وهذا يعني البقاء على حاله الاتزان)**
- **تطبق العلاقه السابقه على كافه المحاليل المائيه (حامضيه – قاعديه – متعادله)**
- **في الماء النقي والمحاليل المتعادله يكون $[OH^-] = [H^+] = 1 \times 10^{-7}$**

اما عند اضافه حامضا للماء النقي (محاليل الحامضيه) فان ذلك يؤدي زياده $[H^+]$ aq المائيه

فيكون $[OH^-] > [H^+]$

أي يكون $[H^+] > 1 \times 10^{-7}$

وبالاسلوب نفسه،يمكننا ان نتوصل الى ان اضافة قاعدة الى الماء(او اي محلول متعادل) (محالين القاعديه)
تزيد من تركيز ايونات $[OH^-]$ فيه ويؤدي ذلك الى نقصان تركيز ايونات $[H^+]$
فيكون $[OH^-] > [H^+]$
أي يكون $[OH^-] > 1 \times 10^{-7}$

تقسم المحاليل الى ثلاث انواع اعتمادا على قيمه $[H^+]$

المحلول	الحالة العامة	عند 25 °C
حامضي	$[H^+] > [OH^-]$	$[H^+] > 1.0\times 10^{-7}M,\ [OH^-] < 1.0\times 10^{-7}M$
متعادل	$[H^+] = [OH^-]$	$[H^+] = 1.0\times 10^{-7}M,\ [OH^-] = 1.0\times 10^{-7}M$
قاعدي	$[H^+] < [OH^-]$	$[H^+] < 1.0\times 10^{-7}M,\ [OH^-] > 1.0\times 10^{-7}M$

- تهمل دائما تراكيز $[H^+]$ و $[OH^-]$ الناتجة من تفكك جزيء الماء عند وجود حامض قوي او قاعدة قوية فيه.

عند تحول جزئي H_2O

H_3O^+	OH^-
يكتسب H^+	يفقد H^+
يسلك سلوك حامض	يسلك سلوك قاعدة

مثال 3-6 : أحسب تراكيز أيونات H^+ و OH^- في 0.05 M من محلول حامض النتريك HNO_3

الحل / حمض النتريك حامض قوي يتأين بشكل تام حسب المعادله التاليه

$$HNO_3 \longrightarrow H^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$$

	HNO_3	H^+	NO_3^-
التركيز الابتدائي	0.05 M	0	0
التراكيز النهائيه	0	0.05 M	0.05 M

$[H^+] = [NO_3^-] = 0.05\ M$

وبما ان حامض النتريك HNO_3 حامض قوي لذا يهمل دائما تراكيز $[H^+]$ الناتجة من تفكك جزيء الماء

$[H^+]\ [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

$[0.05]\ [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.05} = 2 \times 10^{-13}\ mol / L = 2 \times 10^{-13}\ M$

واجب :

تمرين 3-5 : وزاري 2013 احسب تركيز ايونات الهيدروجين المائية في محلول يحتوي على ايونات الهيدروكسيد المائية بتراكيز : أ- 0.01 M و ب – 2×10^{-9} M ج أ - 1×10^{-12} M ب - 5×10^{-6} M

س 3 - 1 : المعادله الاتيه تبين حاله الاتزان بين جزيئات الماء وأيوناته :

$$2\ H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

أ - هل يتاثر هذا النظام بتغير درجه الحراره

ب – ما قيمه تأثير ثابت الحاصل الايوني للماء عند درجه حراره 25 °C وكم هو تركيز أيون الهيدرنيوم وتركيز ايون الهيدروكسيد في الماء النقي ؟

عند تفاعل حامض قوي مع قاعده نكتب معادله التفكك ونلاحظ

1 اذا كان $[OH^-] = [H^+]$ - المحلول متعادل

2 – اذا كان $[OH^-] < [H^+]$ المحلول حامضي

3 – اذا كان $[H^+] < [OH^-]$ المحلول قاعدي

4- تعتمد حامضيه او قاعديه المحلول على تركيز $[H^+]$ او تركيز $[OH^-]$ وليس على تركيز الحامض او القاعده

س وزاري 2011 :عند اضافه 0.1mol من هيدروكسيد الباريوم الى لتر من 0.1M من حامض HCl هل يتكون محلول حامضي ام قاعدي

ج /

$[Ba(OH)_2] = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{1} = 1\ M$

$$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{2} + 2OH^-$$

$Ba(OH)_2$	Ba^{2}	$2OH^-$
0.1	0	0
0	0.1	0.2

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

HCl	H^+	Cl^-
0.1	0	0
0	0.1	0.1

$[H] = 0.1$

$[OH] = 0.2$

$[H] < [OH]$

اذن المحلول يحمل صفه قاعديه

س (وزاري) : أعتبار الماء أمفوتيريا بنظر برونشتد

يتفاعل الماء مع نفسه ويسلك كحامض و قاعده

$$H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

حامض قرين   قاعدة قرينه

$$Kc = \frac{[H^+]\ [OH^-]}{[H2O]}$$

وبما ان تركيز الماء الغير متأين مقدار ثابت لذلك يهمل

رحلة التفوق في السادس

مقدمه فى اللوغاريتمات :

لوغارتم اي عدد للاساس عشره هو الاس الذي يرفع اليها الرقم عشره لكي يساوي ذلك العدد

في الحسابات الكيميائيه يكون الاساس هو 10 دائما و لايكتب تحت log عاده)

$X = 10^{y}$ ⟹ $\log x = y$

مثال : $10\,00 = 10^{3}$ ⟹ $\log_{10}(1000) = 3$

الرقم 10 هو الاساس والرقم 3 هو الاس للوغارتمات

- **لكل عدد حقيقي موجب لوغارتم ولكن ليس لكل عدد حقيقي سالب لوغارتم**
- **من الافضل حفظ اللوغارتم من 1 الى 10**

Log 1	0
Log2	0.301
Log3	0.477
Log4	0.602
Log5	0.699
Log6	0.788
Log7	0.845
Log8	0.903
Log9	0.954

100	1×10^{2}	log (100)	=	2
10	1×10	log (10)	=	1
1	1	log (1)	=	0
0.1	1×10^{-1}	log (0.1)	=	-1
0.01	1×10^{-2}	log (0.01)	=	-2

بعض قوانين اللوغارتمات

1 - لوغارتيم حاصل ضرب عددين يساوي مجموع لوغاريتمات هذين العددين:

$\log 5 \times 6 = \log 5 + \log 6$ ⟹ $\log Z \times Y = \log Z + \log Y$

2- لوغارتيم حاصل قسمة عددين يساوي الفرق بين لوغاريتميهما

$\log \frac{Z}{y} = \log Z - \log Y$ / $\log \frac{8}{3} = \log 8 - \log 3$

3- لوغارتيم عدد مرفوع لأُس معين يساوي حاصل ضرب الأُس في لوغاريتم هذا العدد $\log Z^{Y} = Y \times \log Z$

$\log 10^{9} = 9 \times \log 10 = 9 \times 1 = 9$

$\log 2 \times 10^{9} = 9 + \log 2 = 9 + 0.3 = 9.3$

4 - بالنسبه ($\log^{-}$) تعني مقلوب اللوغارتم

أ - $\log^{-} Y = X$ ⟹ $\log X = Y$

مثال : اذا كان فان $\log 2 = 0.3$ ⟹ $\log^{-} 0.3 = 2$

ب – اذا كان $\log x = Y$ ⟹ $X = 10^{Y}$

فان $10^{Y} = \log^{-1} Y$

مثال : $\log 100 = 2$ ⟹ $100 = 10^{2}$

فان $10^{2} = \log^{-1} 2$

5– اذا كان $\log 3 = 0.477$ **وكان** $\log [H^{+}] = 0.477$ ⟸ $[H^{+}] = 3$

6 – اذا كان PH رقم عشري وليس عدد صحيح

اذا كان $\log x$ = كسر عشري سالب فلاجل استخراج log **نجزيء الكسر العشري الى كسر عسري + عدد صحيح** **ومن ثم اخذ مقلوب اللوغارتم للطرفين ينتج** **$X = \log^{-}$ الكسر العشري × $10^{\text{العدد الصحيح}}$** **أو $X = 10^{\text{الكسر العشري}} \times 10^{\text{العدد الصحيح}}$**	**اذا كان $\log x$ = كسر عشري موجب فلاجل استخراج log** **نجمع ونطرح رقم اكبرمن العدد صحيح للكسر العشري بمرتبه واحده لنحصل على كسر عشري موجب** **ومن ثم اخذ مقلوب اللوغارتم للطرفين ينتج** **$X = \log^{-}$ الكسر العشري × $10^{\text{العدد الصحيح}}$** **أو $X = 10^{\text{الكسر العشري}} \times 10^{\text{العدد الصحيح}}$**

الاس الهيدروجيني (الداله الحامضيه) PH

هي طريقة ملائمة لقياس او للتعبير عن تركيز أيون الهيدروجين خصوصاً لتراكيز ايون الهيدروجين الصغيرة التي تكون قيمتها اصغر او تساوي(1 M) بدلالة سالب لوغاريتم التركيز المولاري لايون الهيدروجين في المحلول ويرمز للناتج العددي لهذه القيم الرمز PH

$$PH = -\log [H^+] = \log \frac{1}{[H^+]}$$

ان التعامل مع التراكيز الصغيرة جدا(المعبر عنها بدلالة المولارية) لايونات H^+ و ايونات OH^- صعبا ومرهقا،وفيه أخطاء حسابيه ولذلك فقد اقترح العالم سورنسن في العام 1909 استعمال الاس الهيدروجيني(**الدالة الحامضية**) **PH**
فيكون التركيز [ ] و PH معرفاً **حسب العلاقات الاتية :**

$[H^+] = 10^{-PH}$	$PH = -\log [H^+]$ الاس الهيدروجيني (الداله الحامضيه)
$[OH] = 10^{-POH}$	$POH = -\log [OH^-]$ الاس الهيدروكسيدي(الداله القاعديه)
$[H^+][OH^-] = Kw = 1 \times 10^{-14}$	$PH + POH = 14$

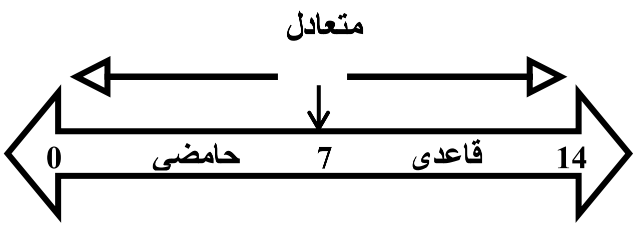
اشتقاق العلاقة التي تربط بين قيمتي pOH و pH لاي محلول مخفف عنددرجة 25° C	كيفيه ايجاد $[H^+]$ من PH و $[OH^-]$ من POH
$[H^+][OH^-] = Kw = 1 \times 10^{-14}$ وباخذ لوغارتم طرفي المعادله ينتج $\log [H^+] + \log [OH^-] = \log 1 \times 10^{-14}$ وبضرب طرفي المعادله بالمقدار (-1) ينتج $-[\log H^+] + (-\log [OH^-]) = -\log 1 \times 10^{-14}$ $PH + POH = 14$	$PH = -\log [H^+]$ او $\log [H^+] = -PH$ $[H^+] = \log^{-} -PH$ $10^Y = \log^{-1} Y$ (من قوانين اللوغارتمات) $[H^+] = 10^{-PH}$ ويمكن التعبير عن تركيزايونات الهيدروكسيد بنفس الطريقة :

ومن فوائد هذه الطريقة انه يمكن التعبيرعن حامضية وقاعدية المحاليل عند معرفة التراكيز المولارية لايونات H^+ و ايونات OH^- بمجموعة من الارقام الموجبة بين 0 و 14

وبصوره عامه تكون قيم PH و POH في المحاليل المخففه عند درجه 25°C وبتركيز 1 M فما دون كالاتي

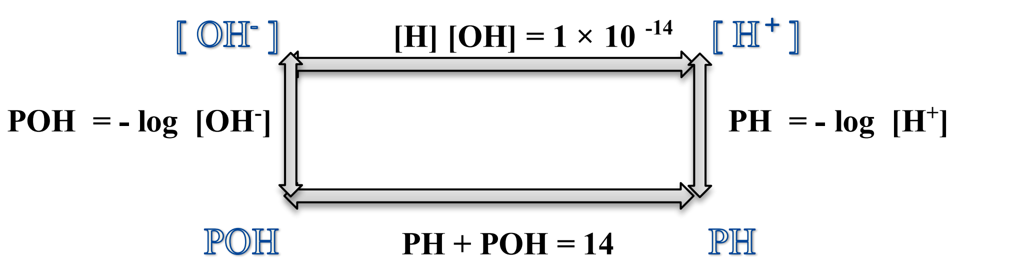
عند 25 °C	الحالة العامة	المحلول
pH < 7 < pOH	pH < pOH	حامضي
pH = 7 = pOH	pH = pOH	متعادل
pH > 7 > pOH	pH > pOH	قاعدي

ملاحظه : عندما تكون التراكيز اكثر (1 M) سواء للمحاليل القاعديه او الحامضيه فان قيمه PH تكون اقل من الصفر او اكثر من 14 حسب صفه المحلول



تحديد هوية المحلول من قيمة PH

PH + POH = 14



مثال : جد PH في محلول تركيز $[H^+]$ يساوي 1) 100 M 2) 0.004 M

الحل / $[H^+] = 100\ M$

$$pH = -\log[H^+] = -\log100 = -(\log 10^2) = -2(\log10) = -2(1) = -2$$

الحل / $[H^+] = 0.004\ M$

$$pH = -\log[H^+] = -\log 0.004 = -(\log 4\times10^{-3}) = 3 - \log4 = 3 - 0.6 = 2.4$$

مثال أذا كانت قيمه الداله الحامضيه لمحلول تساوي 10.53 فكم يكون $[H^+]$ فيه علما ان $\log 3 = 0.47$

الحل /

$pH = -\log[H^+]$

$10.53 = -\log[H^+]$

وبضرب الطرفين × 1-

$\log[H^+] = -10.53$

وبجمع وطرح رقم اكبرمن العدد صحيح للكسر العشري بمرتبه واحده لنحصل على كسر عشري موجب

$\log[H^+] = -10.53 + 11 - 11$

$\log[H^+] = 0.47 - 11$

وباخذ مقلوب اللوغارتم للطرفين

$[H^+] = \log^{-1} 0.47 \times \log^{-1} -11$

$[H^+] = \log^{-1} 0.47 \times 10^{-11}$

$[H^+] = 3\times10^{-11}$

$\log^{-1} -11 = 10^{-11}$

$\log^{-1} 0.47 = 3$

طريقه ثانيه : (نعتمد على تعريف اللوغارتم)

$pH = -\log[H^+]$

$[H^+] = 10^{-PH}$

$[H^+] = 10^{-10.53}$

وبالضرب مع 10^{-11} و 10^{+11}

$[H^+] = 10^{-10.53} \times 10^{+11} \times 10^{-11}$

$[H^+] = 10^{0.47}\times10^{-11}$

وبما ان $\log 3 = 0.47$

$[H^+] = 3\times10^{-11}$

$10^{0.47} = \log^{-1} 0.47$

$\log^{-1} 0.47 = 3$

مثال أذا كانت قيمه الداله الحامضيه لمحلول تساوي 3.301 - فكم يكون $[H^+]$ فيه علما ان $\log 2 = 0.3$

الحل /

$pH = -\log[H^+]$

$-3.301 = -\log[H^+]$

وبضرب الطرفين × 1-

$\log[H^+] = 3.301$

نجزيء الكسر العشري الى كسر عسري + عدد صحيح

$\log[H^+] = 0.301 + 3$

وباخذ مقلوب اللوغارتم للطرفين

$[H^+] = \log^{-1} 0.3 \times \log^{-1} 3$

$[H^+] = \log^{-1} 0.3 \times 10^3$

$[H^+] = 2\times10^3$

$\log^{-1} 3 = 10^3$

$\log^{-1} 0.3 = 2$

طريقه ثانيه : (نعتمد على تعريف اللوغارتم)

$pH = -\log[H^+]$

$[H^+] = 10^{-PH}$

$[H^+] = 10^{3.301}$

$[H^+] = 10^{0.3}\times10^3$

وبما ان $\log 2 = 0.3$

$[H^+] = 2\times10^3$

$10^{0.3} = \log^{-1} 0.3$

$\log^{-1} 0.3 = 2$

مثال 3 - 7 : أحسب قيمه PH محلول يكون فيه تركيز أيون H^+ يساوي 0.05mol/L علما ان $\log 5 = 0.7$

الحل / $[H^+] = 0.05\ M$

$$pH = -\log[H^+] = -\log 0.05 = -(\log 5\times10^{-2}) = 2 - \log5 = 2 - 0.7 = 1.3$$

مثال 3 - 8 : أذا كانت قيمه PH محلول تساوي 3.301 فكم يكون تركيز H^+ فيه علما ان $\log 5 = 0.7$

الحل /

$pH = -\log[H^+]$

$3.301 = -\log[H^+]$

وبضرب الطرفين × 1-

$\log[H^+] = -3.301$

وبجمع وطرح رقم اكبرمن العدد صحيح للكسر العشري بمرتبه واحده لنحصل على كسر عشري موجب

$\log[H^+] = -3.301 + 4 - 4$

$\log[H^+] = 0.7 - 4$

وباخذ مقلوب اللوغارتم للطرفين

$[H^+] = \log^{-1} 0.7 \times \mathrm{Log}^{-1} -4$

$[H^+] = \log^{-1} 0.7 \times 10^{-4}$

$[H^+] = 5\times10^{-4}$

$\log^{-1} -4 = 10^{-4}$

$\log^{-1} 0.7 = 5$

طريقه ثانيه : (نعتمد على تعريف اللوغارتم)

$pH = -\log[H^+]$

$[H^+] = 10^{-PH}$

$[H^+] = 10^{-3.301}$

وبالضرب مع 10^{-4} و 10^{4+}

$[H^+] = 10^{-3.301} \times 10^{4+} \times 10^{-4}$

$[H^+] = 10^{0.7}\times10^{-4}$

وبما ان $\log 5 = 0.7$

$[H^+] = 5\times10^{-4}$

$10^{0.7} = \log^{-1} 0.7$

$\log^{-1} 0.7 = 5$

الداله الحامضية PH والمحاليل

تحسب الداله الحامضيه PH للمحاليل التالية

1- محاليل الحوامض القويه 2- محاليل القواعد القويه 3- محاليل الحوامض الضعيفه 4- محاليل القواعد الضعيفه

5 – محاليل الاملاح 6- محاليل بفر 7- محاليل التعادل (الحالات الخاصه)

أولا : محاليل الحوامض القويه

مثال : أحسب تركيز $[H^+]$ و PH لمحلول حامض النتريك تركيزه 0.01 M

الحل / حامض النتريك حمض قوي تام التأين

$$HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3^-$$

0.01 M	0	0
0	0.01 M	0.01 M

$[H^+] = 0.01\ M$

$pH = -\log[H^+] = -\log 0.01 = -(\log 10^{-2}) = -(-2\log 10) = 2$

مثال : أحسب تركيز $[H^+]$ و PH لمحلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 تركيزه 0. 002 M

الحل / حامض الكبريتيك H_2SO_4 حمض قوي تام التأين ومتعدد البروتون

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$$

0.00 2 M	0	0
0	0.004 M	0.002 M

$[H^+]$ = [الحامض القوي] × (عدد مولات الايون المتحرره)

$[H^+] = 0.002 \times 2 = 0.004\ M$

$pH = -\log[H^+] = -\log 0.004 = -(\log 4 \times 10^{-3}) = -(\log 4 - 3\log 10) = -(0.6 - 3) = 2.4$

مثال : أحسب تركيز حامض الكروميك $H_2Cr_2O_4$ في محلوله الذي PH له يساوي 5

الحل / حامض الكروميك $H_2Cr_2O_4$ حمض قوي تام التأين **ومتعدد البروتون**

$$H_2Cr_2O_4 \longrightarrow 2H^+ + Cr_2O_4^{2-}$$

$[H^+] = 10^{-PH}$

$[H^+] = 10^{-5}$

$[H^+]$ = [الحامض القوي] × (عدد مولات الايون المتحرره)

10^{-5} = [الحامض القوي] × (2)

$[H_2Cr_2O_4] = \frac{1 \times 10^{-5}}{2} = 0.5 \times 10^{-5}$

ثانيا: محاليل القواعد القوية

مثال : أحسب تركيز $[OH^-]$ و POH لمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم تركيزه 0. 1 M

الحل / لمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم قاعده قويه تامه التأين

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

0. 1 M	0	0
0	0. 1 M	0. 1 M

$[OH^-] = 0.1\ M$

$pOH = -\log[OH^-] = -\log 0.1 = -(\log 10^{-1}) = 1 \times \log 10 = 1$

س وزاري 2016/2 محلول مائي ل $Ca(OH)_2$ تركيزه(0.05 M) فان قيمة PH له ---------------

الحل /

$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

0. 05 M	0	0
0	0.05 M	0.1 M

$POH = -\log[OH^-] = -\log 0.1 = -(\log 1 \times 10^{-1}) = 1 - \log 1 = 1 - 0 = 1$

$PH = 14 - POH = 14 - 1 = 13$

ثالثا : محاليل الحوامض الضعيفة

مثال : عند قياس قيمة PH لمحلول 0.115 M كلورو حامض الخليك $ClCH_2COOH$ وجد انه يساوي 1.92 احسب قيمة Ka لهذا الحامض الضعيف علما ان $\log^{-1}(0.08) = 1.2$

الحل /

$$pH = -\log [H^+]$$

$$[H^+] = 10^{-PH} \Longrightarrow [H^+] = 10^{-1.92}$$

وبالضرب مع 10^{-4} و 10^{4+}

$$[H^+] = 10^{-1.92} \times 10^{2+} \times 10^{-2}$$

$$[H^+] = 10^{0.08} \times 10^{-2}$$

$$[H^+] = 1.2 \times 10^{-2}\ M$$

$10^{0.08} = \log^{-1}(0.08) = 1.2$

$$ClCH_2COOH \rightleftharpoons ClCH_3COO^- + H^+$$

التركيز عند الاتزان: $0.115 - \underline{1.2 \times 10^{-2}}\ M$ (تهمل) ، $1.2 \times 10^{-2}\ M$ ، $1.2 \times 10^{-2}\ M$

$$Ka = \frac{[Cl\,CH2\,COO^-]\,[H^+]}{[ClCH2\,COOH]}$$

$$Ka = \frac{(1.2\times 10^{-2})\,(1.2\times 10^{-2})}{0.115} = 1.4 \times 10^{-3}$$

مثال : ما كتله حامض النتروز HNO_2 (M= 47 g /mol) الازم أذابتها في 250 ml من الماء النقي للحصول على محلول دالته القاعديه تساوي 11 علما بان ka للحامض $= 6 \times 10^{-5}$

الحل /

$$PH = 14 - POH = 14 - 11 = 3$$

$$[H^+] = 10^{-PH} \Longrightarrow [H^+] = 10^{-3}$$

$$HNO_2 \rightleftharpoons NO_2^- + H^+$$

	HNO_2	NO_2^-	H^+
التراكيز الابتدائيه	Y	0	0
التراكيز عند الاتزان	Y – <u>X</u> (تهمل)	10^{-3}	10^{-3}

$$Ka = \frac{[H^+]\,[NO2^-]}{[HNO2]}$$

$$6 \times 10^{-5} = \frac{(10^{-3})\,(10^{-3})}{Y}$$

$$Y = [HNO_2] = \frac{(10^{-6})}{6 \times 10^{-5}} = 0.016$$

$$M_{HNO2} = \frac{n\,mol}{V(L)} \Longrightarrow M_{HNO2} = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)}$$

$$m(g) = M \times \frac{250}{1000}(L) \times M(g/mol)$$

$$m(g) = 0.016\,M \times \frac{250}{1000}(L) \times 47\,(g/mol)$$

$$m(g)\ HNO_3 = 0.188\ g$$

رابعا : محاليل القواعد الضعيفه

مثال : عند قياس PH لمحلول الانلين $C_6H_5NH_2$ الذي تركيزه 0.01 وجد انه = 8.3 احسب قيمه Kb علما ان $\log^{-1}(0.3) = 2$

الحل :

$$PH = 8.3 \Longrightarrow POH = 14 - 8.3 = 5.7$$

$$[OH] = 10^{-POH} = 10^{-5.7} = 10^{-5.7} \times 10^{6} \times 10^{-6}$$

$$[OH] = 10^{0.3} \times 10^{-6} = 2\times 10^{-6}$$

$10^{0.3} = \log^{-1}(0.3) = 2$

$$C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+ + OH$$

$C_6H_5NH_2$	$C_6H_5NH_3^+$	OH
0.01	0	0
0.01 - <u>(2 × 10^{-6})</u> (تهمل)	2×10^{-6}	2×10^{-6}

$$Kb = \frac{[C6H5NH3]\,[OH]}{[C6H5NH2]} = \frac{(2 \times 10^{-6})^2}{0.01} = 4 \times 10^{-10}$$

العلاقه بين $[H^+]$ و PH $[OH^-]$ وPOH

مثال 3- 9 أحسب تركيز $[H^+]$ و PH $[OH^-]$ وPOH لمحلول حامض الهيدروكلوريك تركيز0.015 M

الحل / نكتب المعادله الرئيسيه لتفكك الحامض القوي HCl

	HCl	→	$H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$
التركيز الابتدائي	0.015 M		0 + 0
التركيز النهائي	0		0.015 M 0.015 M

$[H^+] = 0.015\ M$

$PH = -\log [H^+] \Rightarrow PH = -\log 0.015\ M$

$PH = -\log 0.015\ M \qquad PH = -(\log 5 \times 3 \times 10^{-3}) = -(\log 5 + \log 3 + \log 10^{-3})$

$PH = -(\log 5 + \log 3 - 3 \log 10) = -(0.669 + 0.477 - 3 \times 1) = -(-1.82) = 1.82$

$pOH = 14 - PH = 14 - 1.82 = 12.8$

$Kw = [H^+][OH^-]$

$$[OH^-] = \frac{Kw}{[H^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.015} = 6.7 \times 10^{-13}\ M$$

مثال توضيحي : أكمل الفراغات في الجدول الاتي:

pOH	pH	$[OH^-]$	$[H_3O^+]$	محلول
				حامض قوي 0.15 M HI
				حامض ضعيف 0.15 M HF
				قاعدة قوية $0.05\ M\ Ca(OH)_2$
				قاعدة ضعيفة $0.75\ M\ NH_4OH$

اذا علمت ان ثابت تفكك الامونيا 1.8×10^{-5} وثابت تفكك فلوريد الهيدروجين 6.5×10^{-4}

الحل :

POH	PH	$[OH^-]$	$[H_3O^+]$	معادلة تأين المحلول(حوامض)
PH +POH = 14 POH=14-0.82 **POH = 13.18**	$PH = -\log [H^+]$ PH = -log 0.15 PH = 0.82	$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{0.15}$ $[OH^-] = 6.67 \times 10^{-14}$	$[H_3O^+] = [H^+]$ $[H_3O^+] = 0.15$	$HI \rightarrow H^+ + I^-$ 0.15 0 0 0 0.15 0.15
PH +POH = 14 POH=14 -2 **POH = 12**	$PH = -\log [H^+]$ $PH = -\log 1 \times 10^{-2}$ **PH = 2**	$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H]^+}$ $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{1 \times 10^{-2}}$ $[OH^-] = 1 \times 10^{-12}$	$K_a = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]}$ $6.5 \times 10^{-4} = \frac{X^2}{0.15}$ $X^2 = 0.975 \times 10^{-4}$ $X = [H_3O^+] = 1 \times 10^{-2}$	$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$ 0.15 0 0 0.15 – X X X

POH	PH	$[H_3O^+]$	$[OH^-]$	معادلة تأين المحلول(القواعد)
PH +POH = 14 POH =14 - 13 **POH = 1**	$PH = -\log [H^+]$ $PH = -\log 1 \times 10^{-13}$ **PH = 13**	$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{0.1}$ $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-13}$	$[OH^-] = 2 \times 0.05$ $[OH^-] = 0.1$	$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{+2} + 2OH^-$ 0.05 0 0 0 0.05 2x0.05
PH +POH = 14 POH=14 – 11.56 **POH = 2.44**	$PH = -\log [H^+]$ $PH = -\log 2.72 \times 10^{-12}$ PH=12 -log2.72 PH=12 -0.44 **PH = 11.56**	$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{3.67 \times 10^{-3}}$ $[H_3O^+] = 2.72 \times 10^{-12}$	$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]}$ $1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.75}$ $X^2 = 13.5 \times 10^{-6}$ $X = [HO^-] = 3.67 \times 10^{-3}$	$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ 0.75 0 0 0.75 - X X X

واجب

تمرين 3 – 6 : احسب قيم الدالة الحامضية (PH) للمحاليل الاتيه :

أ- 6×10^{-4} mol / L حامض الهيدروكلوريك ب – 0.03 M حامض الكبريتيك علما log6 = 0.78 ج / أ- 3.22 ب – 1.22

تمرين 3 – 7 : اذا علمت PH محلول حامض النتريك يساوي 3.32 ما هي مولاريه المحلول علما log 4.79 = 0.68

ج / 4.79×10^{-4} mol / L

تمرين 3 – 8 : أكمل الجدول اتي هل وجدت علاقه واضحه بين PH و POH لكل محلول ما هي

PH	POH	$[OH^-]$	$[H^+]$	المحلول
				0.5 M HI
				0.06 M RbOH
				$0.5\ M\ Ba(OH)_2$
				$0.0003\ M\ HClO_3$

وزاري 2013 تمهيدي: محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ بتركيز 0.05 M فان PH للمحلول = ------------

تمرين3 –9 : وزاري 2013 احسب قيمه PH و POH و $[OH^-]$ و $[H^+]$ للمحلول المائي $Ca(OH)_2$ تركيزه 0.015 M وهل المحلول حامضي ام قاعدي ولماذا علما log 3.3 = 0.52 ج / $[H] = 3.3 \times 10^{-13}$ و PH = 12.48

س 3 - 4 : ما عدد غرامات CH_3COOH (M= 60 g /mol) الواجب اضافتها في 250 ml من الماء المقطر لتصبح PH المحلول بعد الاضافه 2.7 علما بان Pka للحامض = 4.74 ج / 3.3 g

س3- 5 فرع 3– : قيم PH و POH لمحلول 0.05 M هيدروكسيد الصوديوم هي -------- ج / POH = 1.3

س 3- 7 (جدول)

س 3 – 25 : وزاري 2015 (نازحين) كم هي كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم (M=56 g/mole) اللازم اضافتها الى 200mL من الماء لتصبح قيمة PH المحلول الناتج تساوي 11 ؟ ج / m = 0.0112g

س وزاري : لتر من محلول حامض ضعيف PH =4.7 و $Ka = 5 \times 10^{-10}$ احسب درجه تأينه علما $\log^{-1} 0.3 = 2$
ج / درجه التأين = $10^{-4} \times 0.25$

س أثرائي : محلول مائي من البريدين C_6H_5N دالته الحامضيه تساوي 9 ودرجه تفككه تساوي 10^{-4} احسب الداله الحامضيه للمحلول عندما تصبح درجه تفككه 0.001 ج / PH = 8

المسائل المتعلقه بالتخفيف و حساب التغير (Δ PH)

ملاحظات عن : ΔPH

1 - Δ PH = Δ POH (بعكس الاشاره)
2 – Δ PH تتناسب طرديا مع قاعدية المحلول وعكسيا مع حامضيته وكما يلي
أ – عند اضافه محلول قاعدي سوف تزداد PH اي تصبح (Δ PH +)
ب – عند اضافه محلول حامضي سوف تقل PH اي تصبح (Δ PH -)

علاقه التخفيف	حساب التغيرPH (Δ PH)
عدد مرات التخفيف = $\frac{[\text{الالكتروليت}]\ \text{قبل التخفيف}}{[\text{الالكتروليت}]\ \text{بعد التخفيف}} = \frac{M1}{M2}$ قانون التخفيف : $M2 \times V2 = M1 \times V1$	عندما يطلب حساب تغير PH نتبع ما يلي : 1 - نحسب PH1 للمحلول الاصلي الذي كان في الاناء قبل الاضافه 2 – يحسب PH2 للمحلول الجديد بعد الاضافه 3 - ΔPH = PH2 - PH1

مثال : جد مقدار التغير في قيمه PH عند اضافه 1 ml من محلول 5 M من H_2SO_4 الى لتر من الماء المقطر

PH1 = 7 للماء المقطر (قبل الاضافه)
بعد الاضافه

$M1 \times V1 = M2 \times V2$

$5\ M \times \frac{1}{1000}\ L = M2 \times 1L$

$M2 = 0.005\ M$

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$
0.005 M 0 + 0
0 0.01 M 0.005 M

$[H^+] = 0.01$

$pH = -\log [H^+] = -\log 0.01 = -(\log 10^{-2})$

$PH = 2 (\log 10) = 2$

$\Delta PH = PH2 - PH1 \quad 2 - 7 = -5$

مثال :ما عدد مرات التي يخفف اليها محلول حامض الكبريتيك PH له يساوي 1 لتزداد الداله الحامضيه بمقدار واحد

قبل التخفيف

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-1}\ M$

$[H^+] = 2[H_2SO_4]$

$[H_2SO_4] = \frac{[H]}{2} = \frac{[10^{-1}]}{2} = 0.05\ M$

بعد التخفيف

PH = 1 + 1 =2

$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-2}\ M$

$[H_2SO_4] = \frac{[H]}{2} = \frac{[10^{-2}]}{2} = 0.005\ M$

عدد مرات التخفيف = $\frac{[M1]}{[M2]} = \frac{0.05}{0.005} = 10$ مرات

واجب

س 3 - 2 : جد مقدار التغير في قيمه PH للماء عند أضافه الى لتر من المحاليل الاتيه :
1 . 1 ml من HCl تركيزه 10 M .2 1 ml من NaOH تركيزه 10 M ج / 1) ΔPH = - 5 (2 ΔPH = 5

س 3 -28: احسب قيمة الاس الهيدروجيني لمحلول نتج من تخفيف 1mL من 13.6M حامض الهيدروكلوريك الى لتر ج / PH = 1.866

س واجب ت :احسب التغير في الاس الهيدروجيني لمحلول مائي من الفينول C_6H_5OH تركيزه 0.2M بعد تخفيفه بالماء لمئه مره علما بان ثابت تأين الفينول = 1.3×10^{-10} علما log 5 = 0. ج / ΔPH = 1

س وزاري 2017 ت : عند اضافة (1ml) من NaOH تركيزه (0.1 M) الى لتر من الماء فان ΔPH يساوي ---------- ج / ΔPH = 3

س وزاري: الداله الحامضيه لمحلول مائي من الامونيا تركيزه 0.1 M تساوي 11 احسب PH المحلول عندما يصبح تركيزه 0.001M ج / PH = 10

التمذوب

يقصد بمصطلح التمذوب تفاعل المادة مع المذيب المستعمل لاذابتها،

التمذوب = أذابه + تفاعل

وتفاعلات التمذوب المهمة في دراستنا هي تلك التي تحدث في المحاليل المائية أي عندما يكون الماء مذيبا

التحلل المائي : تفاعل المذاب مع جزيئات الماء وذلك عندما يكون الماء هو المذيب

التحلل المائي : تفاعل الايونات الناتجه من تفكك الملح مع الماء لتكوين أيونات H^+ ا و OH^-

تعين القرائن : **ان لكل حامض قاعدة قرينة تخالفه في القوة** **و لكل قاعدة حامض قرينة تخالفه في القوة** **قوه القرين :** **القرين القوي هو الذي يتحلل مائيا** **(يتفاعل مع الماء)**	**الحامض القرين : وهو الماده الناتجه من قاعده برونشتد بعد تقبلها بروتون مثل NH_4^+** حامض قرين ⟶ H^+ + قاعده برونشتد **القاعده القرينه : وهو الماده الناتجه من حامض برونشتد بعد فقدان بروتون مثل Cl^-** حامض برونشتد ⟶ قاعده قرين + H^+

بعض أنواع التحلل المائى

النوع الاولى : يتضمن تفاعل (القاعدة القرينه القويه) الجزر السالب A^- للحامض الضعيف HA مع جزيء الماء لتكوين جزيء الحامض الضعيف غير المتأين(المتفكك) مما يؤدي الى اضطراب الاتزان بين أيونات H^+ و OH^-في الماء و بالتالي الى تكوين محلول قاعدي ويمكن تمثيل التفاعل كالاتي :

$A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HA_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ قاعدة قرينه قويه — الحامض الضعيف — تكون زياده من OH لذلك يصبح المحلول قاعدي	**مثال : تفاعل أيون الخلات CH_3COO^- مع الماء :** $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$ ⇩ $CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$ $CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$

النوع الثاني : يتضمن تفاعل(الحامض القرين القوي) الجذر الموجب BH^+ للقاعدة الضعيفة B مع جزيء الماء لتكوين محلول حامضيا.

$BH^+ + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons B^- + H_3O^+$ حامض قرين قوي — قاعده ضعيفه — تكون زياده من H لذلك يصبح المحلول حامضي	**مثال : تفاعل ايون الامونيوم مع الماء :** $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$ ⇩ $HCl_{(aq)} + NH_{3(aq)} \longrightarrow NH_4Cl_{(aq)}$ $NH_4Cl_{(aq)} \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$

عند دراسه المحاليل المائيه للاملاح فان ذلك يتطلب تصنيف الاملاح

خامسا : محاليل الاملاح

تتكون الاملاح نتيجه تفاعل (الايون الموجب للقاعدة مع الايون السالب للحامض)

لذا يمكن تصنيف الاملاح الى اربعة انواع هي :

1 - أملاح لقواعد قوية وحوامض قوية. (لاتحلل مائيا)
2 - أملاح لقواعد قوية وحوامض ضعيفة. (تحلل مائيا)
3 - أملاح لقواعد ضعيفة وحوامض قوية. (تحلل مائيا)
4 - أملاح لقواعد ضعيفة وحوامض ضعيفة. (تحلل مائيا)

علما ان هذه الاملاح تتأين بصوره تامه في الماء وهناك املاح شحيحه الذوبان ندرسها لاحقا.

ملاحظه : يمكن تحديد نوعيه الملح في المحلول استنادا الى :

1 – من صيغه الملح وحسب نوع الحامض والقاعده المشتق منه
2- من قيمه PH المحلول
- $PH < 7$ (ملح حامضي)
- $PH = 7$ (ملح متعادل)
- $PH > 7$ (ملح قاعدي)

3 – من ثوابت التفكك للحوامض والقواعد الضعيفه

1 - أملاح لقواعد قوية وحوامض قوية (محلول مائي متعادل)

هي الاملاح التي تتكون من الايون الموجب للقاعدة القوية والايون السالب للحامض القوي وهذا النوع من الاملاح يعطي محاليل متعادلة

وذلك لان ليس لايوناتها الموجبة ولا لايوناتها السالبة **القابلية على التفاعل بشكل ملحوظ** مع جزيئات الماء.(**لانها قرائن ضعيفه)** وبالتالي لاتؤثر على عملية الاتزان بين أيونات الهيدروجين والهيدروكسيد في الماء

$[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7}$ $PH = 7$	$NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ قرين ضعيف قرين ضعيف

خصائصها :

1- محاليل متعادله   -2 $[H^+] = [OH^-]$ -3 $PH = 7$ 4 – لايحدث لها اتزان ايوني

علل : وزاري 2013 / 2 الاملاح المتعادله (أملاح لقواعد قوية وحوامض قوية) تعطي محاليل متعادله

ج / وذلك لان ليس لايوناتها الموجبة ولا لايوناتها السالبة **القابلية على التفاعل بشكل ملحوظ** مع جزيئات الماء.(**لانها قرائن ضعيفه)** وبالتالي لاتؤثر على عملية الاتزان بين أيونات الهيدروجين والهيدروكسيد في الماء

علل : وزاري المحلول المائي المخفف لNaCl متعادل ولايتحلل في الماء (لايتمذوب)

ج /وذلك لان ليس لايوناتها الموجبة ولا لايوناتها السالبة القابلية على التفاعل بشكل ملحوظ مع جزيئات الماء.(لانها قرائن ضعيفه) وبالتالي لاتؤثر على عملية الاتزان بين أيونات الهيدروجين والهيدروكسيد في الماء

علل : وزاري لاتتغير قيمه PH الماء المقطر بعد أذابه كلوريد الصوديوم NaCl فيه

ج / وذلك لان ليس لايوناتها الموجبة ولا لايوناتها السالبة القابلية على التفاعل بشكل ملحوظ مع جزيئات الماء.(لانها قرائن ضعيفه) فيبقى $[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7}$ و $PH = 7$

س : وزاري جد PH لمحلول 0.1M كبريتات الصوديوم

ج / $PH = 7$ (لان ملح متعادل)

مثال : المحلول المائي مخفف ل NaCl

(الملح مشتق من القاعده القويه NaOH والحامض القويHCl) يتفكك الملح لينتج الايونات المكونة له :

عند أذابه ملح NaCl في الماء نجد انه لايتحلل (يتمذوب) بل يتأين الى أيون Na^+ و Cl^- وكلاهما قرين ضعيف لايتفاعل مع الماء

$$NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

قرين ضعيف   قرين ضعيف

كما تتأين جزيئات الماء تأين جزئي وكما يأتي

$$H_2O \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

اذن المحلول المائي يبقى دون توازن ايوني

ويحتوي على الايونات Cl^- - Na^+- H^+ - OH^- حيث

Na^+ **حامض قرين ضعيف لايمكنه التفاعل مع الماء**

Cl^- قاعدة **قرين ضعيفه لايمكنها التفاعل مع الماء**

ملح مشتق من قاعده قويه – حامض قوي

↓

محلول مائي متعادل

الاستنتاج :

س : يمكن القول ان المحاليل المائية لاملاح القواعد القوية والحوامض القوية تكون متعادلة

$[H^+] = [OH^-] \Rightarrow PH=7$

ج /لانه ليس لاي من ايوناتها (الموجبة والسالبة)القابلية على التفاعل مع جزيئات الماء(التمذوب) و جعل الاتزان بين ايونات H^+ - OH^- يضطرب لذالا ن يحسب لها ثابت تحلل مائي

س : وزاري 2016 : يكون المحلول المائي لملح NaCl متعادل وذلك لانه ملح مشتق من --------------

---

س وزاري : ملح نترات الصوديوم لاتغير قيمه PH للماء المقطر

س وزاري : ملح يوديد البوتاسيوم لايؤثر في الدلائل الكيميائية

س وزاري : كلوريد الكالسيوم يحافظ على قيمه PH للماء عند 7

س وزاري : أحسب PH لمحلول حجمه لتر واحد يحتوي 5.85 g من NaCl علما ان كتلته المولية = 58.5 g / mol   ج / PH =7

2- أملاح لقواعد قوية وحوامض ضعيفه (محلول مائي قاعدي)

: خصائصها

1- ذات صفه قاعديه 2- $[OH^-] > [H^+]$ 3- $PH > 7$

علل : وزاري 2014 تكون المحاليل المائيه لاملاح القواعد القويه والحوامض الضعيفة ذات صفه قاعديه

ج / لانه عند اذابتها في الماء فانها **تتأين بصوره تامه** الى ايونات موجبه وايونات سالبه (قاعده قرينه قويه) تتفاعل مع أيون H^+ لذلك تنقص كميه H^+ فيجعل جزيئات H_2O تتأين لتعوض النقص مما يؤدي تكوين زيادة من $[OH^-]$

$[OH^-] > [H^+]$

$$MA \rightleftharpoons M^+ + A^-$$

M^+ حامض قرين ضعيف ، A^- قاعدة قرينه قوي

$$A^-_{(aq)} + H_2O \rightleftharpoons HA_{(aq)} + OH^-$$

علل : وزاري لماذا يكون المحلول المائي لخلات الصوديوم قاعديا

ج / لانه عند اذابتها في الماء فانها **تتأين بصوره تامه** الى ايونات موجبه Na^+ وايونات سالبه CH_3COO^-

$$CH_3COONa_{(S)} \xrightarrow{H_2O} Na^+ + CH_3COO^-$$

Na^+ حامض قرين (ضعيف) ، CH_3COO^- قاعدة قرينه قويه

$$H_2O \rightleftharpoons OH^- + H^+$$

$CH_3COO^- + H^+ \rightleftharpoons CH_3COOH$

يزاح موقع الاتزان

(قاعدة قرينه قويه) التي تتفاعل مع أيون H^+ ونتيجه **لذلك تنقص كميه H^+** مما يؤثرعلى حالة الاتزان بين أيونات H^+ و OH^- مما يجعل جزيئات H_2O تتأين لتعوض النقص مما يؤدي الى تكون زياده في كميه **OH^-** ويصبح المحلول **قاعديا**

س : وزاري تزداد PH الماء النقي عند أذابة ملح سيانيد البوتاسيوم

ج / بسبب قابلية الايون السالب للملح(العائد في الاصل للحامض الضعيف)على التفاعل مع الماء لتتحرر أيونات OH^- وبذلك يصبح $[H^+] < [OH^-]$

$PH \; \alpha \; \frac{1}{[H]}$ (العلاقه عكسيه) لذلك تزداد قيمه PH وتصبح $PH > 7$

قوانين التحلل المائي لملح مشتق من حامض ضعيف وقاعده قويه (ملح قاعدي التأثير) :

ايجاد ثابت التحلل المائي للملح K_h $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$	ايجاد علاقه بين K_h و K_w و K_a	حساب تركيز $[H^+]$ و $[OH^-]$ و PH
$K_h = \frac{[HA]\,[OH^-]}{[A^-]}$ حيث K_h = ثابت التحلل المائي = (ثابت اتزان) $[HA]$ = تركيز الحامض الضعيف $[OH]$ = تركيز القاعده القويه $[A^-]$ = تركيز الملح غير المتحلل مائيا (التركيز الابتدائي للملح) وبما ان كميه $[OH] = [HA]$ $K_h = \frac{[OH^-]^2}{[A^-]}$	$K_h = \frac{K_w}{K_a}$ حيث K_h = ثابت التحلل المائي K_w = ثابت الحاصل الايوني للماء $K_w = 1 \times 10^{-14}$ K_a = ثابت تفكك الحامض الضعيف الذي أشتق منه الملح $pK_h = pK_w - pK_a$ ان قيم pK_h و pK_w و pK_a تمثل $PK_w = -\,Log\,K_w$ $PK_b = -\,Log\,K_a$ $PK_h = -\,Log\,K_h$	$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$ $PH = \frac{1}{2}\,[\,pK_w + pK_a + \log c\,]$ $[OH^-] = \sqrt{c \times \frac{K_w}{K_a}}$ $[OH^-] = \sqrt{c \times K_h}$

فائدة : يتم التعرف على الملح القاعدي

1- من خلال وجود او طلب Ka
2- من خلال صيغة الملح
3- قيمة $PH > 7$

مثال : عبر عن ثابت التحلل المائي للتفاعل التالي : $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

الحل / $K_h = \frac{[CH_3COOH]\,[OH^-]}{[CH_3COO^-]}$

مثال 3 – 10 : ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح خلات الصوديوم؟ اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك $Ka\ (CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ وثابت الحاصل الايوني للماء $Kw = 1 \times 10^{-14}$

الحل / الملح CH_3COONa ملح مشتق من قاعده قويه $NaOH$ وحامض ضعيف CH_3COOH لذا يمكن حساب قيمه ثابت تحلله المائي من العلاقه الاتيه :

$$Kh = \frac{Kw}{Ka} = \frac{1\times10^{-14}}{1.8\times10^{-5}} = 5.6 \times 10^{-10}$$

مثال 3-11: أحسب قيم PH محلول لملح خلات الصوديوم؟ تركيزه $0.01\ M$ في درجه حراره $25°\ C$ اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك $Ka\ (CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ علما ان $\log 1.8 = 0.26$

الحل / لحساب قيمه PH محلول ا لملح نستخدم احدى العلاقات التاليه

$$PH = \frac{1}{2}[\,pKw + pKa + \log c\,]$$
$$PH = \frac{1}{2}[\,-\log Kw - \log Ka + \log c\,]$$
$$pH = \frac{1}{2}[-\log(1\times10^{-14}) - \log(1.8\times10^{-5}) + \log 0.01]$$
$$pH = \frac{1}{2}[14 \log 10) + 5 - 0.26 + \log 10^{-2}]$$
$$pH = \frac{1}{2}(14 + 4.74 - 2) = 8.37$$

طريقه ثانيه :

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{c}}$$
$$[H^+] = \sqrt{\frac{1\times10^{-14}\times1.8\times10^{-5}}{0.01}}$$
$$[H^+] = 4.24 \times 10^{-9}$$
$$pH = -\log\,[H^+]$$
$$pH = -\log 4.24 \times 10^{-9}$$
$$pH = -\log 4.24 - \log 10^{-9}$$
$$PH = -0.627 + 9 = 8.37$$

س : ان ثابت التحلل المائي للملح يتناسب عكسيا مع ثابت تفكك الحامض المشتق منه الملح (علل) ج / لانه كلما كان الحامض ضعيفا (Ka صغيرا جدا) فان قاعدته القرينه تكون قويه فتتفاعل مع الماء (يتحلل الماء بدرجه أ كبر فيكون Kh مقدار كبيرانسبه الى Ka)

س وزاري : احسب التركيز المولاري لمحلول فورمات الصوديوم دالته القاعديه = 5 علما ان ثابت تفكك حامض الفورميك 1.7×10^{-4}

ج / $HCOONa \longrightarrow HCOO^- + Na^+$

الملح مشتق من قاعده قويه وحامض ضعيفه (محلوله يملك صفه قاعدية)

$$PH = 14 - 5 = 9 \Longrightarrow [H] = 10^{-PH} = 10^{-9}$$
$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{c}} \Longrightarrow 1 \times 10^{-9} = \sqrt{\frac{1\times10^{-14}\times1.7\times10^{-4}}{c}}$$

وبتربيع الطرفين

$$1 \times 10^{-18} = \frac{1.7\times10^{-18}}{[HCOONa]}$$
$$[HCOONa] = \frac{1.7\times10^{-18}}{1\times10^{-18}} = 1.7$$

س وزاري : اذا علمت ان PH لاحد الاملاح = 11 بتركيز $0.01\ M$ اوجد ثابت تحلله المائي

ج / بما PH = 11 اذن الملح مشتق من قاعده قويه وحامض ضعيف(المحلول يملك صفه قاعديه)

$$[H] = 10^{-PH} = 1 \times 10^{-11}$$
$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{c}} \Longrightarrow 1\times10^{-11} = \sqrt{\frac{1\times10^{-14}\times Ka}{0.01}}$$
$$1 \times 10^{-22} = \frac{1\times10^{-14}\times Ka}{0.01} \Longrightarrow Ka = \frac{1\times10^{-22}\times0.01}{1\times10^{-14}} = 10^{-10}$$
$$Kh = \frac{Kw}{Ka} = \frac{1\times10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

واجب

تمرين 3-10: أحسب تركيز أيون الهيدروكسيد للمحلول المائي لملح سيانيد البوتاسيوم KCN اذا علمت ان ثابت تفكك $Ka\ (HCN) = 4.9\times10^{-10}$ تركيزه $0.1\ mol / L$ وهل المحلول حامضي ام قاعدي
علما ان $\log 4.9 = 0.69$ و $\log 7 = 0.85$ ج / $1.43 \times 10^{-3}\ M$

س وزاري 2016 (خ): ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح خلات الصوديوم CH_3COONa اذا علمت ان 1L منه بتركيز 0.2 M يحتوي على ايونات H^+ بتركيز $1\times10^{-9}\ M$ ج / $Kh = 5 \times 10^{-5}$

س وزاري : قيمه PH لمحلول سيانيد البوتاسيوم في الماء النقي اكبر من 7

س وزاري : فورمات الصوديوم ملح لحامض الفورميك $Ka = 1.7 \times 10^{-4}$ وسيانيد الصوديوم ملح لحامض الهيدروسيانيك $Ka = 4.9 \times 10^{-10}$ ايهما يتحلل لدرجه اكبر ج / سيانيد الصوديوم يتحلل اكثر

س وزاري : اذا علمت ان PH لاحد الاملاح = 11 وان ثابت تحلله المائي = 10^{-4} احسب عدد مولاته الموجوده في نصف لتر من المحلول ج / $n = 0.005\ mol$

3 - أملاح لقواعد ضعيفه وحوامض قوية (محلول مائي حامضي)

خصائصها :

-1 محاليلها ذات صفه حامضيه   2 - $[OH^-] < [H^+]$ -3 $PH < 7$

علل : تكون المحاليل المائيه لاملاح الحوامض القويه والقواعد الضعيفه ذات صفه حامضيه

ج / لانه عند اذابتها في الماء فانها **تتأين بصوره تامه** الى ايونات سالبه وايونات موجبه (قرين قوي) التي تتفاعل مع ايون OH^-ونتيجه **لذلك تنقص كميه** OH^- مما يجعل جزيئات H_2O تتأين لتعوض النقص مما يؤدي الى تكون زياده في كميه $H_3O^+{}_{(aq)}$ الذي يعطي الصفه **الحامضيه**

$$(BH)A \longrightarrow BH^+ + A^-$$

حامض قرين قوي   قاعده قرينه ضعيفه

$$BH^+ + OH^- \rightleftharpoons B^- + H_2O$$

س: تقل PH الماء النقي عند أذابه ملح كلوريد الامونيوم

ج / لانه عند اذابه NH_4Clفي الماء فانها **تتأين بصوره تامه** الى ايونات سالبه Cl^- وايونات موجبه NH_4^+ (حامض قرين قوي) التي تتفاعل مع ايون OH^- ونتيجه **لذلك تنقص كميه** OH^- مما يؤثرعلى حالة الاتزان بين أيونات H^+ و OH^- مما يجعل جزيئات H_2O تتأين لتعوض النقص

وبذلك يصبح $[OH^-] < [H^+]$

$PH \ \alpha \ \frac{1}{[H]}$ (العلاقه عكسيه) لذلك تقل قيمه PH وتصبح $PH < 7$

$$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$$

حامض قرين قوي   قاعده قرينه ضعيفه

$$H_2O \rightleftharpoons OH^- + H^+$$

$$NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3 + H_2O$$

يزاح موقع الاتزان

س/ وزاري 2011 : تركيز ايون الكلوريد اكبر من تركيز ايون الامونيوم في كلوريد الامونيوم علل ذلك

ج / لانه عند اذابه NH_4Clفي الماء فانها **تتأين بصوره تامه**
الى ايونات سالبه Cl^-(قاعده قرينه ضعيفه) لاتتحلل مائيا فيبقى تركيز $[Cl^-]$ ثابت وايونات موجبه تعود للقاعده الضعيفه NH_4^+(قرين قوي)التي تتفاعل مع الماء (ايون OH^-) فيقل تركيز ايون الامونيوم $[NH_4^+]$

قوانين التحلل المائي لملح مشتق من حامض قوي وقاعده ضعيفه (ملح حامضي التأثير) :

ايجاد ثابت التحلل المائي للملح K_h $M^+ + H_2O \rightleftharpoons MOH + H^+$	ايجاد علاقه بين K_h و K_w و K_b	حساب تركيز $[H^+]$ و$[OH^-]$ و PH
$K_h = \frac{[MOH][H^+]}{[M^+]}$ حيث K_h = ثابت التحلل المائي = (ثابت اتزان) $[MOH]$ = تركيز القاعده الضعيفه $[H^+]$ = تركيز الحامض القوي $[M^+]$ = تركيز الملح غير المتحلل مائيا (التركيز الابتدائي للملح) وبما ان كميه $[H^+] = [MOH]$ $K_h = \frac{[H^+]^2}{[M^+]}$	$K_h = \frac{K_w}{K_b}$ حيث K_h = ثابت التحلل المائي K_w = ثابت الحاصل الايوني للماء $K_w = 1 \times 10^{-14}$ K_b = ثابت تفكك القاعده الضعيفه $pK_h = pK_w - pK_b$ ان قيم pKh و pKw و pKb تمثل $PK_w = -\log K_w$ $PK_b = -\log K_b$ $PK_h = -\log K_h$	$[H^+] = \sqrt{c \times \frac{K_w}{K_b}}$ $[H^+] = \sqrt{c \times K_h}$ $PH = \frac{1}{2}[pK_w - pK_b - \log c]$

فائدة : يتم التعرف على الملح الحامضي

-1 من خلال وجود او طلب Kb
-2 من خلال صيغة الملح
-3 قيمة $PH < 7$

مثال : عبر عن ثابت التحلل المائي للتفاعل التالي

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

الحل /

$$K_h = \frac{[NH_3]\,[H3O^+]}{[NH4^+]}$$

مثال 3-12: أحسب قيم PH محلول لملح كلوريد الامونيوم؟ تركيزه 0. 2 M في درجه حراره 25° C اذا علمت ان ثابت تفكك القاعده الضعيفه $Kb(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$ علما ان log 1.8 = 0.26

الحل / لحساب قيمه PH محلول ا لملح نستخدم العلاقه التاليه

$$PH = \frac{1}{2}\,[\,pKw - pKb - \log c]$$

$$PH = \frac{1}{2}\,[\,-\log Kw + \log Kb - \log c]$$

$$pH = \frac{1}{2}[-\log(10 \times 10^{-14}) + \log(1.8 \times 10^{-5}) - \log 0.2] = \frac{1}{2}[\,14 + (-5 + \log 1.8) - \log 0.2\,]$$

$$pH = \frac{1}{2}[\,14 + (-5 + 0.26) - \log 0.2] = \frac{1}{2}(14 - 4.74 + (0.7)) = 4.98$$

واجب

تمرين 3-11: وزاري 2014 (تمهيدي) أحسب قيمه POH لمحلول نترات الامونيوم ($PK_b\,(NH_3) = 4.74$) بتركيز 0.5 M هل المحلول حامضي ام قاعدي ج : 9.22

س 3 -3 : في المحاليل المائية للمواد التالية هل يكون المحلول حامضيا او قاعديا أو متعادلا ؟ ولماذا؟

(أ) NH_4Cl (ب) Na_2SO_4 (جـ) CH_3COOK (د) CaF_2 (هـ) $MgSO_4$ (و) KCl

س 3- 5 فرع 4 : ا ن قيمه POH لمحلول نترات الامونيوم المائيه بتركيز 0.5 M تساوي ------------

س 3 – 16 : احسب قيمة pH و$[OH^-]$ لمحاليل الأملاح التالية:

(1) 0 .1 M سيانيد الصوديوم NaCN (2) 0. 5 M نترات الصوديوم $NaNO_3$

(3) 0.25 M نترات الأمونيوم NH_4NO_3 مع العلم $Ka_{(HCN)} = 4.9 \times 10^{-10}$ و $Kb_{(NH3)} = 1.8 \times 10^{-4}$

log 1.8 = 0.26 و log 4.9 = 0.69 و log 5 = 0.7 / log 1.17 = 0.68 و log 7 = 0.84

س واجب ت : أختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح

1- PH = 7 لاحد المحاليل الاتية

أ – NH_4NO_3 ب – $NaNO_2$ ج – $NaNO_3$

س وزاري : احسب PH لمحلول حجمه 0.5 L يتكون من 0.083 mol بروميد البريدينيوم علما ان ثابت تفكك البريدين 1.66×10^{-9} وهل المحلول حامضي او قاعدي ج / PH = 3

س وزاري: محلول للامونيا بتركيز (0.1 M) و PH له = 11 أحسب تركيز $[OH^-]$ لمحلول حجمه (200mL) يحتوي على 0.02 mol من كلوريد الامونيوم ج / $[OH^-] = 10^{-9}$

س وزاري : احسب PH لمحلول 0.2 M كلوريد الامونيوم علما ان ثابت تفكك الامونيا = 2×10^{-5} ج / PH = 5

س وزاري : PH في محلول مائي لاحد الاملاح يساوي 5 سخن 100ml من محلول الملح حد الجفاف فتخلف 0.535 g من الملح الصلب احسب قيمه ثابت التحلل المائي للملح (كتلته المولية = 53.5 g / mol) ج/ 10^{-9}

4 - أملاح لقواعد ضعيفه وحوامض ضعيفه (للاطلاع)

يمكن ايجاد تركيز ايون الهيدروجين لهذا الصنف من الاملاح وفق العلاقه التاليه :

$$[H^+] = \sqrt{K_a \frac{K_w}{K_b}}$$

$$PH = \frac{1}{2}\,[\,PK_w + PK_a - PKb\,]$$

ΔPH وثابت التحلل Kh (للاطلاع)

ملاحظه :

أ ـ عند اذابه ملح (مشتق من حامض قوي وقاعده ضعيفة) في الماء فان PH الماء تقل باعتبار الملح ذو تأثير حامضي

PH2 (المحلول الملحي) = [PH 7 (الماء)] - [ΔPH للماء]

أ ـ عند اذابه ملح (مشتق من قاعدة قوية وحامض ضعيف) في الماء فان PH الماء تزداد باعتبار الملح ذو تأثير قاعدي

PH2 (المحلول الملحي) = [PH 7 (الماء)] + [ΔPH للماء]

س وزاري : اذيب 0.2 mol / L من خلات البوتاسيوم CH_3COOK في لتر واحد من الماء النقي فتغيرت PH الماء بمقدار وحدتين احسب ثابت تحلل الملح

الحل / PH 2 المحلول الملحي = PH الماء + مقدار التغير في PH الماء (Δ PH)

PH المحلول الملحي = PH الماء + Δ PH

PH المحلول الملحي = 7 + 2 = 9

$$[H^+] = 10^{-PH} \Longrightarrow [H^+] = 10^{-9}\ M$$

$$[CH_3COOK] = \frac{n\ mol}{V\ \ L} = \frac{0.2\ mol}{1\ \ L} = 0.2\ \ mol\ /\ L$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}} \Longrightarrow 1 \times 10^{-9} = \sqrt{\frac{1\times10^{-14} \times Ka}{0.2}}$$

وبتربيع طرفي المعادله نحصل

$$1 \times 10^{-18} = \frac{1 \times 10^{-14} \times Ka}{0.2}$$

$$Ka = \frac{0.2 \times 1 \times 10^{-18}}{1 \times 10^{-14}} = 2 \times 10^{-5}$$

$$Kh = \frac{Kw}{Ka} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-9}$$

==

اذا كان المحلول ماده واحده

حامض: قوي / ضعيف	ملح: متعادل / ملح قاعدي / ملح حامضي	قاعدة: قويه / ضعيفه
1– الحامض القوي $HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$ Y 0 0 0 Y Y $[H^+] = Y$ $H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^-$ Y 0 0 0 2Y Y $[H^+] = 2Y$ PH = - log [H] علاقة التخفيف M1 × V1 = M2× V2 ΔPH = PH2 – PH1 (7) **2 – الحامض الضعيف** $HA \longrightarrow H^+ + A^-$ Y 0 0 Y - X X X تهمل $Ka = \frac{[H]^2}{Y}$ درجه التفكك = $\frac{[H]^2}{[HA]}$ عند الاتزان عدد مرات التخفيف = $\frac{[HA]\ \text{قبل التخفيف}}{[HA]\ \text{بعد التخفيف}}$ PH = - log [H]	**1– الملح المتعادل** $[H^+] = [OH^-]$ PH = 7 **2– الملح القاعدي** **يتم التعرف عليه من خلال وجود او طلب Ka** $Kh = \frac{Kw}{Ka}$ $[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$ $PH = \frac{1}{2}\ [PK_w + PK_a + \log C]$ **3– الملح الحامضي** **يتم التعرف عليه من خلال وجود او طلب Kb** $Kh = \frac{Kw}{Kb}$ $[H^+] = \sqrt{\frac{C \times K_W}{Kb}}$ $PH = \frac{1}{2}\ [PK_w - PK_b - \log C]$	**1– القاعده القويه** $NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$ Y 0 0 0 Y Y [OH] = Y $Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^+\ 2\ OH^-$ Y 0 0 0 Y 2Y [OH] = 2Y POH = - log [O H] علاقه التخفيف M1 × V1 = M2× V2 ΔPH = PH2 – PH1 (7) **2 – القاعده الضعيفه** $B + H_2O \longrightarrow BH^+ + OH^-$ Y 0 0 Y - X X X تهمل $Kb = \frac{[OH]^2}{Y}$ POH = - log [O H] درجه التفكك = $\frac{[OH]^2}{[B]}$ عند الاتزان عدد مرات التخفيف = $\frac{[B]\ \text{قبل التخفيف}}{[B]\ \text{بعد التخفيف}}$

الايون المشترك

س وزاري 2/2014 (نازحين) : عرف الايون المشترك

(هو ايون ناتج من تفكك الكتروليت قوي يشابه احدايوني الالكتروليت الضعيف فعند أضافته الى الالكتروليت الضعيف يزيد من سرعه التفاعل الخلفي أي يقلل من تفكك الالكتروليت الضعيف)

تأثير الايون المشترك

هي ظاهرة تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي احد ايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول.

س : ما هو تأثير الايون المشترك

ج / 1 - يقلل الحامضيه من خلال تقليل $[H^+]$ 2 – يقلل من القاعديه من خلال تقليل $[OH^-]$

3 – يقلل من تفكك والنسبه المئويه لتفكك للالكتروليت الضعيف

سندرس سلوك محلول مائي يحوي على مذابين

أ- الكتروليت ضعيف (حامض أ وقاعده) موجود أصلا في المحلول

ب – الكتروليت قوي (ملح الالكتروليت الضعيف) مضاف في المحلول يشترك مع المذاب الاول بالايون المشترك

1- محلول الايون المشترك المشتق من حامض ضعيف وملحه

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

$$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

علل وزاري/ يقوم الايون المشترك بتقليل حامضيه الحامض الضعيف

علل وزاري / يقوم الايون المشترك بزياده قيمه PH

ج / عند أذابه ملح الحامض الضعيف في محلول الحامض الضعيف سوف يتكون ايون مشترك يعمل على تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف بينهما مما يؤدي الى زياده سرعه التفاعل العكسي

فيقل $[H^+]$ المتأين (المسؤل عن الصفه الحامضيه) وتقل الحامضيه

وبما ان العلاقه عكسيه بين $PH \ \alpha \ \frac{1}{[H]}$ سوف يزداد PH

2- محلول الايون المشترك المشتق من قاعده ضعيفه و ملحها

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

$$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

علل وزاري/ يقوم الايون المشترك بتقليل قاعدية القاعدة الضعيف

علل وزاري/ يقوم الايون المشترك بتقليل قيمه PH

ج / عند أذابه ملح القاعده الضعيفه في محلول القاعده الضعيفه سوف يتكون ايون مشترك بينهما يعمل على تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف مما يؤدي الى زياده سرعه التفاعل العكسي ويقل $[OH^-]$ المتأين وبما ان العلاقه طرديه بين $PH \ \alpha \ [OH^-]$ سوف يقل PH

3- يقوم الايون المشترك بتقليل ذوبانيه الملح الشحيح الذوبان فيزيد من الترسيب ويقلل من الذوبانيه (سيأتي لاحقا)

علل وزاري : تقل اضافه ملح خلات الصوديوم الى محلول حامض الخليك من حامضيته

ج /عند أضافه ملح خلات الصوديوم CH_3COONa الى محلول الحامض الضعيف سوف يتكون ايون مشترك بينهما يعمل على تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف مما يؤدي الى زياده سرعه التفاعل العكسي فيقل تركيز$[H^+]$ المتأين (المسؤول عن الحامضيه)

س : بين تأثيراضافه ملح خلات الصوديوم الى محلول حامض الخليك

ج / يؤدي الى 1- انخفاض تركيز$[H^+]$ 2- يزداد PH وتقل الحامضيه لان العلاقه عكسيه بين $PH \ \alpha \ \frac{1}{[H]}$

3- زياده تركيز الحامض غير المتأين CH_3COOH 4- التقليل من درجه تفكك الحامض الضعيف CH_3COOH

س وزاري : كيف يمكن تقليل قاعديه محلول الامونيا NH_4OH

ج / وذلك باضافه ملحها اليها NH_4CL حيث يتكون ايون مشترك بينهما يعمل على تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف يزيد من سرعه التفاعل العكسي فيزداد $[NH_4OH]$ ويقل تركيز $[OH]$

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

$$NH_4Cl_{(aq)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$$

س وزاري 2015 (تمهيدي) : تزداد درجه تفكك HNO_2 باضافه الماء اليه وتقل باضافه KNO_2 اليه

ج / لان أضافة الماء تؤدي الى تخفيف المحلول فيقل تركيز $[H^+]$ ولتعويض النقص الحاصل في تركيز $[H^+]$ يزدادرجة تفكك HNO_2 بينما عند أضافة KNO_2 يزداد تركيز $[NO_2^-]$ فيترجح التفاعل الخلفي للتقليل من تركيز $[NO_2^-]$ ويقل تركيز $[H^+]$ فتقل درجة تفكك HNO_2 لان درجة التفكك تتناسب طرديا مع $[H^+]$

مثال 3 -13: ما التأثيرالذي تحدثه أضافه 8.2 g (0.1 mol) من ملح خلات الصوديوم CH_3COONa الى لتر واحد من محلول حامض الخليك بتركيز 0.1mol / L على تركيز أيون H^+ عند 25°C علما بان $K_a\ CH_3COOH = 1.8 \times 10^{-5}$

الحل /

$$[\ ] = \frac{n}{V} = \frac{0.1\ mol}{1\ L} = 0.1$$

أ - نحسب[H +] قبل اضافه الملح

$$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$$

$$K_a = 1.8 \times 10^{-5} = \frac{[H^+]\ [CH3COO^-]}{[CH3COOH]} = \frac{(X)\ (X)}{(0.1 - \underset{\text{يهمل}}{X})}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{(0.1)} \Longrightarrow X^2 = 1.8 \times 10^{-6}$$

$$X = \sqrt{1.8 \times 10^{-6}}$$

$$X = 1.3 \times 10^{-3}\ M = [H^+] = [CH_3COO]$$

ب – نحسب[H +] بعد أضافة ملح الحامض (تأثير الايون المشترك)

تكتب معادلات تفكك الالكتروليت الضعيف أ - حامض الخليك) ب - والملح المضاف(خلات الصوديوم)

$$[CH_3COONa] = \frac{n}{v\ (L)} = \frac{0.1\ mol}{1\ (L)} = 0.1\ M$$

$n = \frac{m}{M} = \frac{8.2}{82}$ 0.1 mol

$[M] = \frac{n}{v\ (L)} = \frac{0.1\ mol}{1\ (L)} = 0.1$

التراكيز عند الاتزان

$CH_3COOH_{(aq)}$	⇌	$H^+_{(aq)}$	+	$CH_3COO^-_{(aq)}$
0.1 M		0		0
(0.1−x) M		x M		x M
$CH_3COONa_{(s)}$	→	$Na^+_{(aq)}$	+	$CH_3COO^-_{(aq)}$
0.1 M		0		0
0		0.1 M		0.1 M

أيون مشترك

تظهر معادلات التفكك ان ايون الخلات هو أيون مشترك في هذا المحلول لان له مصدرين،
أ - أحدهما تفكك حامض الخليك(الكتروليت ضعيف) ب - والاخر تفكك خلات الصوديوم(الكتروليت قوي)

$$(0.1 + X^-) = [CH_3COO^-]$$

$$K_a = 1.8 \times 10^{-5} = \frac{[H^+]\ [CH3COO^-]}{[CH3COOH]} =$$

$$K_a = 1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X^-)\ (0.1 + X^-)}{(0.1 - \underset{\text{تهمل}}{X^-})} = \frac{(X^-)\ (0.1)}{(0.1)}$$

$$K_a = 1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X^-)\ (0.1)}{(0.1)}$$

$$X^- = 1.8 \times 10^{-5}\ M = [H^+]$$

$[H^+] = M\ 1.3 \times 10^{-3}$ في محلول الحامض قبل اضافة الملح

$[H^+] = M\ 1.8 \times 10^{-5}$ في محلول الحامض بعد اضافة الملح(بوجود تاثير الايون المشترك)

المقارنة : نستنتج ان التركيز[H+] قد انخفض نتيجة لوجود الايون مشترك(ايون الخلات -CH3COO) مما رجح التفاعل العكسي فانخفض [H+]

طريقه ثانيه للحل :

$$[H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[Salt]}$$

$$= 1.8\times10^{-5} \times \frac{[0.1]}{[0.1]} = 1.8\times10^{-5}\ M$$

تمرين 3 -12: وزاري 2013 ما التأثيرالذي تحدثه أضافه 26.75 g (0.5 mol) من ملح كلوريد الامونيوم الى لتر واحد من محلول الامونيا بتركيز 0.1 M على درجه تفكك القاعده علما بان ثابت تفكك القاعده الضعيفه $K_b\ NH_3 = 1.8 \times 10^{-5}$

ج / درجه التفكك القاعده انخفضت بمقدار 360

س 3 – 11: ما تركيز الامونيا [NH_3] في المحلول الذي يكون في حالة اتزان مع $[NH_4^+] = 0.01$ M و $[OH^-] = 1.2\times10^{-5}$ M ؟ علما ان $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ ج / 6.67×10^{-3} M

م / يلاحظ في هذا السؤال ان تراكيز [NH_4^+] و [OH-] مختلفه (بدرجه كبيره) فنستنتج [NH_4^+] هو ايون مشترك

س وزاري 3/2016 (خارج العراق) : تزداد درجه تفكك HCN باضافه الماء اليه وتقل باضافه NaCN اليه

سادسا : المحاليل المنظمة (محاليل بفر)

محلول مائي مكون من مزيج لحامض ضعيف مع احد املاحه (القاعدة القرينة للحامض الضعيف) او قاعدة ضعيفة مع احد املاحها (الحامض القرين للقاعدة الضعيفة) ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجين (pH)عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي او قاعدة قوية اليه بسبب وجود الايون المشترك

قوانين المحاليل المنظمة (محلول بفر) :

1 – محلول الحامض الضعيف واحد املاحه مثل ($CH_3COOH + CH_3COONa$)

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

$$CH_3COONa_{(aq)} \rightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

أشتقاق القانون :

$$[H^+] = Ka \times \frac{[acid]}{[Salt]}$$

وباخذ سالب لوغارتم لطرفي المعادله

$$-\log [H^+] = -\log \left(Ka \times \frac{[acid]}{[Salt]} \right)$$

$$PH = PK_a - \log \frac{[acid]}{[Salt]}$$

$$PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$$

$$[H^+] = Ka \times \frac{[acid]}{[Salt]}$$

$$PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$$

حيث [acid] تركيز الحامض

[Salt] تركيز الملح

2– محلول القاعده الضعيفه واحد املاحها مثل ($NH_4Cl + NH_3$)

$$NH_{3(aq)} + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$NH_4Cl_{(aq)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[Base]}{[Salt]}$$

$$POH = PK_b + \log \frac{[Salt]}{[Base]}$$

حيث [Base] تركيز القاعده

[Salt] تركيز الملح

مثال 3 – 14 :وزاري 2014 / 2 تازحين احسب تركيز ايون H^+ و PH لمحلول مكون من مزيج من 0.1M حامض الخليك و 0.2M خلات الصوديوم علما ان $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$

الحل /

$$[H^+] = Ka \times \frac{[acid]}{[Salt]}$$

$$[H^+] = 1.8\times10^{-5} \times \frac{[0.1]}{[0.2]} = 9 \times 10^{-6}$$

$$PH = -\log [H^+] = -(\log 9 \times 10^{-6})$$

$$PH = -\log 9 - \log 10^{-6}) = -0.96 + 6 = 5.04$$

طريقه ثانيه (بتطبيق العلاقة الاتية مباشرة) :

$$PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{acid}$$

$$PH = -\log 1.8 \times 10^{-5} + \log \frac{[0.2]}{0.1}$$

$$PH = -\log 1.8 - \log 10^{-5} + \log 2 = -0.26 + 5 + 0.3 = 5.04$$

مثال 3-15 ماذا يجب ان يكون تركيز كلوريد الامونيوم في محلول يحتوي على امونيا(pKb= 4.74) بتركيز 0.1 M لتكون قيمة PH تساوي 9.0 علما ان $\log^{-1} 0.26 = 1.82$

الحل /

$$pOH = 14 - pH = 14 - 9 = 5$$

$$pOH = pKb + \log \frac{[Salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + \log \frac{[Salt]}{[0.1]}$$

$$\log \frac{[Salt]}{[0.1]} = 5 - 4.74 \Longrightarrow \log \frac{[Salt]}{[0.1]} = 0.26$$

وباخذ مقلوب log لطرفي العلاقه

$$\frac{[Salt]}{[0.1]} = \log^{-1} 0.26$$

$$\frac{[Salt]}{[0.1]} = 1.82$$

$$[Salt] = 0.1 \times 1.82 = 0.182 \text{ mol/L}$$

س وزاري : احسب PH للمحلول الناتج من اضافه محلول خلات البوتاسيوم تركيز [OH] فيه 10^{-5} M الى محلول حامض الخليك تركيزه (0.01 M) علما Ka = 1 × 10^{-5}

الحل /

$$[H] = \frac{[Kw]}{[OH]} = \frac{[10^{-14}]}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{c}}$$

$$1 \times 10^{-9} = \sqrt{\frac{1\times10^{-14} \times 1\times10^{-5}}{c}}$$

وباخذ الجذر التربيعي

$$1 \times 10^{-18} = \frac{1\times 10^{-19}}{[CH3COOK]}$$

$$[CH_3COOK] = 0.1$$

$$PH = PK_a + \log\frac{[Salt]}{[acid]}$$

$$PH = -\log 1 \times 10^{-5} + \log\frac{[0.1]}{[0.01]} \Rightarrow PH = 5 - \log 1 + \log\frac{[0.1]}{[0.01]}$$

$$PH = 5 + \log 10 = 5 + 1 = 6$$

س وزاري 2014 (تمهيدي) : أذا علمت ان النسبه المئويه لتفكك 0.1 M لحامض الهيدروسيانيك HCN =0.01 % فما قيمة PH المحلول عند أضافه 0.2 M سيانيد البوتاسيوم KCN اليه ؟ علما ان log 2 = 0.3

الحل / النسبه المئويه لتأين الحامض = $\frac{[H] \text{ عند حاله الاتزان}}{[HCN] \text{ الابتدائي}} \times 100\%$

$$0.01\% = \frac{X}{0.1} \times 100\% \Leftarrow [H^+] = 1 \times 10^{-5}\ Mol/L = X$$

$$HCN \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

	HCN	H^+	CN^-
التركيز الابتدائي	0.1	0	0
التراكيز عند الاتزان	0.1 - 10^{-5}	10^{-5}	10^{-5}

$$Ka = \frac{[H^+]\ [CN]}{[HCN]}$$

$$Ka = \frac{[1\times10^{-5}]^2}{(0.1 - 10^{-5})} = 1 \times 10^{-9}$$

تهمل

$$PH = PK_a + \log\frac{[Salt]}{[acid]}$$

$$PH = -\log 10^{-9} + \log\frac{[0.2]}{[0.1]}$$

واجب

$$PH = 9 \log 10 + \log 2 = 9 + 0.3 = 9.3$$

محلول بفر (قبل أضافه الكتروليت قوي) :

تمرين 3-13 :وزاري 2013 ت احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH) لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيز 0.15 mole/L وNH_4Cl بتركيز 0.3 mole/L وقارن النتيجة مع قيمة(PH) محلول NH_3 بتركيز 0.15 mole/L
علما ان PKb = 4.74 و log 1.7 = 0.12 ج / 8.96 - 11.22

تمرين 3-14 :ما تركيز حامض الخليك في محلول يحوي اضافة الى الحامض ملح خلات الصوديوم CH_3COONa بتركيز 0.3 mole/L اذا علمت PHالمحلول PH = 4.31 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$
علما ان log 1.8 = 0.26 و log 3.7 = 0.57 ج / 0.81 M

س 3- 12 : وزاري 2/2015 احسب كتلة ملح خلات الصوديوم (M=82 g/mole) اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول 0.125M حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة pH له تساوي 4.74 (ملاحظة:افترض ان أضافة الملح لا تؤدي الى تغير الحجم) علما ان ثابت تفكك الحامض 1.8×10^{-5} و log 1.82 = 0.26 ج : 10. 25g

---

س 3 - 14 : وزاري 2014اذا كانت هناك حاجة لتحليل محلول بفر ذو pH = 9 من مزج NH_3 مع NH_4Cl كم يجب أن تكون النسبة بين $\frac{[NH_4^+]}{NH_3}$ PKb = 4.74 log 1.8 = 0.26 ج / 1.8

س 3 – 18 : وزاري 2/2014 أحسب كتله كلوريد الامونيوم (M = 53.5 g/mol) الواجب أضافتها الى 500 ml من محلول 0.15 M امونيا لجعل قيمة PH المحلول تساوي 9 علما بان ثابت تفكك الامونيا $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ و log 1.82 = 0.26 ج / 7.22g

---

س واجب ت : محلول من حامض ضعيف النسبة المئوية لتأينه 1% و PH = 2.7 مزج مع ملحه المشتق منه تركيزه 0.1 M ما PH المحلول الناتج بعد المزج ؟ علما log 5 = 0.7 ج / PH = 4.4

س وزاري : محلولان حجم كل منهما لتر واحد يحتوي الاول على 0.2 mol من خلات الصوديوم ويحتوي الثاني على 0.4mol من حامض الخليك جد 1 - PH المحلول الاول 2 – عند مزج المحلولين كم ستصبح PH المحلول الناتج بعد المزج علما ان
$Ka = 2 \times 10^{-5}$ و log 2 = 0.3 و log 4 = 0.6 ج / 1- PH = 9 2- PH = 4.4

س وزاري : أحسب عدد مولات خلات الصوديوم الازم اضافتها الى لتر من محلول حامض الخليك بتركيز 0.05 M لتتغير قيمه PH بمقدار 0.7 علما ان $Ka = 2 \times 10^{-5}$ و $\log 2 = 0.3$ ج / $n = 0.005$ mol

---

س وزاري : عند اضافه 0.2 mol من بروميد البريدينيوم الى 0.5 L من محلول البريدين اصبح الاس الهيدروجيني للمحلول الناتج = 5 احسب [OH] للمحلول قبل الاضافه علما ان $Kb = 2 \times 10^{-9}$ و $\log 2 = 0.3$ ج / $[OH] = 2 \times 10^{-5}$

س وزاري : محلول يتكون من 0.01 M $C_6H_5NH_2$ و 0.04 M كلوريد الانيلنيوم PH المحلول الناتج = 4 أحسب النسبه المئويه للانلين علما $\log 4 = 0.6$ ج / 0.02%

تحدي : لتر من الماء المقطرأضيف اليه لتر من محلول ملح بتركيز معين فقلت PH بمقدار وحدتين . أحسب PH للمحلول بعد أضافه 0.4 mol من الالكتروليت الضعيف المشتق منه هذا الملح الى المحلول ج / 9.3

عمل ا لمحاليل ا لمنظمة (محاليل بفر)

كيفيه مقاومة ا لمحاليل ا لمنظمة (محاليل بفر) للتغير في ال PH

مثال: تكون معظم العمليات الحيوية داخل جسم الانسان حساسة جدا لقيمة PH

ان سبب ذلك يعزى الى ان انزيمات الخلايا الحيه تعمل ضمن حدود ضيقه جدا من تراكيز ايونات الهيدروجين فاذا زادت او انخفظت عن حدها بصوره ملحوظه فان فعاليه الانزيمات تنخفض وربما تتوقف مما يسبب موت الكائن الحي

و الدم PH له = 7.4 فاذا زاد عن 7.8 او أنخفض عن 7 تحدث أضطربات مثل تجلط الدم أو حتي الوفاه

أهميه ا لمحاليل ا لمنظمة (محاليل بفر) :

(المحاليل المنظمه مهمه في تثبيت درجه PH للوسط الذي يتم فيه التفاعل (pH)عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي او قاعدة قوية اليه بسبب وجود الايون المشترك) ومعنى كلمه بفر هي منع او صد

س : عند أضافه قاعده قويه الى محلول الدم لاتتغير PH محلول الدم الا قليلا

ج / لان محلول الدم عباره عن ايونات مشتركه فعند أضافه قاعده قويه سوف يجعل محلول الدم (محلول منظم بفر) يحافظ على قيمه الاس الهيدروجيني PH من التغير

فعل بفر او السلوك البفري : (بعد اضافه حامض قوي او قاعده قويه)

هو قابليه المحلول على مقاومه التغيرفي تركيز ايون الهيدروجين عند اضافة كمية من حامض قوي او قاعدة قوية تبدي الكثير من المحاليل سلوك الايون المشترك، ولكن هناك حالتين هما الاكثرشيوعا :

1- محلول مكون من حامض ضعيف وأحد، أملاح هذا الحامض الذائبة مثل ($CH_3COOH + CH_3COONa$)

2- محلول مكون من قاعدة ضعيفة وأحد أملاح هذه القاعدة الذائبة مثل ($NH_4Cl + NH_3$)

أ ــ تأثير اضافه حامض قوي الى محلول يتكون من حامض ضعيف وملحه (بفر حامضي) :

س : عند اضافه كميه قليله من حامض قوي الى محلول يتكون من حامض ضعيف وملحه فان الاضافه لاتؤدي الى زياده في تركيز ايون الهيدروجين ولاتؤدي الى انخفاض الداله الحامضيه

ج / لان الايون الهيدروجين الناتج من تفكك الحامض القوي لايبقى طليقا في المحلول بل يتفاعل مع ألايون السالب الناتج من تاين الملح لتكوين حامض ضعيف (قليل التفكك) وبذلك لاتنخفض قيمة PH المحلول بل تبقى ثابتة تقريبا

س : ما تأثير اضافه كميه صغيرة من حامض قوي الى

(أ- الماء النقي ب - لمزيج حامض الخليك وخلات الصوديوم) على قيمه PH

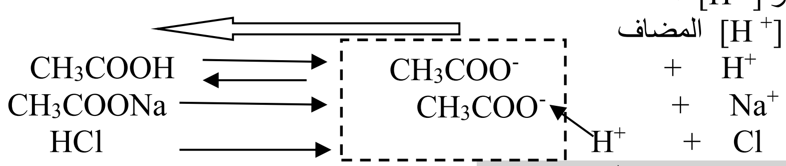
أ - ج / تسبب اضافة كمية صغيرة من حامض قوي الى الماء النقي الى تأين HCl وزيادة كبيرة في تركيز ايون H^+ اي نقصان حاد في قيمة في ال PH المحلول الناتج، (هنا تستخدم قوانين التخفيف $M1 \times V1 = M2 \times V2$)

ب – س :لاتؤدي اضافة كمية من حامض قوي لمزيج حامض الخليك وخلات الصوديوم، الى زيادة ملحوظة في تركيز ايون [H^+]

ج / لان هذا الايون لايبقى طليقا في المحلول لانه يتفاعل مع أيون الخلات CH_3COO^- الناتج من تاين خلات الصوديوم (ايون مشترك) فيترجح التفاعل العكسي ويتكوين حامض الخليك) ويكون H^+ المستهلك في التفاعل العكسي بقدر H^+ المضاف وبذلك لاتنخفض قيمة PH المحلول بل تبقى ثابتة تقريبا مع ملاحظه

[CH_3COOH] يزداد بقدر [H^+] المضاف

[CH_3COONa] يقل بقدر [H^+] المضاف



س واجب : أختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح

الفرع (2) مقدار التغير في PH يكون كبيرا جدا عند أضافة HCl بتركيز عالي الى لتر من

أ – الماء المقطر ب – ماء البحر ج – محلول قاعدي

ب–تأثير اضافه قاعده قويه الى محلول يتكون من حامض ضعيف وملحه (بفر حامضي):

س : ما تأثير اضافه كميه صغيرة من قاعده قويه الى
(أ- الماء النقي ب - لمزيج حامض الخليك وخلات الصوديوم) على قيمه PH

أ - ج / عند اضافه كميه صغير من قاعده قويه الى كميه من الماءفان تركيز ايونات OH^- في المحلول الناتج سوف يزداد بشكل كبير بسبب تفكك القاعدة التام مايؤدي الى ارتفاع قيمة PH المحلول

س وزاري : عند اضافه كميه قليله من قاعده قويه الى محلول يتكون من حامض ضعيف وملحه فان الاضافه لاتؤدي الى زياده في تركيز ايون الهيدروكسيد ولاتؤدي الى انخفاض الداله الحامضيه

.و عند اضافة نفس الكمية من القاعدة الى المزيج البفري (**CH_3COONa مع CH_3COOH**) فان ايونات OH^- الناتجة من تفكك القاعدة القوية لايمكنها البقاء في المحلول بل تتفاعل على الفور مع ايونات الهيدروجين الناتجة من تفكك حامض الخليك لتكوين الماء **فينخفض$[H^+]$ وينحرف التوازن الى جهه اليمين** فيزداد $[H^+]$ ا بقدر $[H^+]$ المتحد مع $[OH^-]$ **وبذلك لن تتاثر قيمة PH هذا المزيج بشكل ملحوظ.** مع ملاحظه

$[CH_3COOH]$ يقل بقدر $[H^+]$ المتحد مع $[OH^-]$
$[CH_3COO^-]$ اي الملح يزداد بقدر $[OH^-]$ المضاف

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$$
$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$
$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

ويمكن القول مما سبق : ان الحامض القوي المضاف والقاعدة القوية المضافة الى محلول البفر قد تعادلت نتيجة لتفاعلها مع مكونات المحلول وان ذلك يعني بقاء قيمة PH المحلول ثابتة لاتتغير،

س عند إضافة HCl الى المزيج البفري نتج من ذلك نقصان صغير في قيمه PH المحلول علل؟

لان ايونات H الناتجه من تاين HCl تتحد مع ايونCH_3COO وتكون زيادة من حامض الخليك و هو حامض ضعيف يؤدي زيادة تركيزه في المحلول الاى زياده في تركيز $[H^+]$ والى نقصان صغيرفي قيمهPH

س :اضافة NaOH الى المزيج البفري يؤدي الى ارتفاع طفيف في قيمة PH علل ؟

لان ايون OH الناتج من تأين NaOH تتفاعل مع ايون H ليتكون الماء وينحراف التفاعل الى جهه اليمين و تكوين كمية اضافية من ملح خلات الصوديوم ذوالتأثير القاعدي وان زياده تركيزه تزيد من القاعديه فترتفع PH)

ج–تأثير اضافه قاعده قويه الى محلول يتكون من قاعده ضعيفه وملحها (بفر قاعدي):

س وزاري : عند اضافه كميه قليله من قاعده قويه الى محلول يتكون من قاعده ضعيفه وملحها فان الاضافه لاتؤدي الى زياده في تركيز ايون الهيدروجين ولاتؤدي الى انخفاض الداله الحامضيه

ج / لان ايون الهيدروكسيد الناتج من تفكك القاعده القويه لايبقى طليقا في المحلول بل يتفاعل معNH_4^+ الناتج من تاين ا لملح لتكوين قاعده ضعيف (قليله التفكك) وبذلك لاتنخفض قيمة PH المحلول بل تبقى ثابتة تقريبا

س : ما تأثير اضافه كميه صغيرة من قاعده قويه الى
(أ- الماء النقي ب - لمزيج الامونيا و كلوريد الامونيوم) على قيمه PH

س : تسبب اضافة كمية صغيرة من قاعده قويه الى الماء النقي زيادة كبيرة في تركيز ايون OH^-

ج / لان NaOH قاعده قويه تتأين بصوره تامه فتسبب زياده حاده في [OH] و في قيمة PH المحلول الناتج،

س : لاتؤدي اضافة نفس الكمية من قاعده قويه لمزيج الامونيا و كلوريد الامونيوم الى زيادة ملحوظة في تركيز ايون OH^-

لان هذا الايون لايبقى طليقا في المحلول لانه يتفاعل مع أيون الامونيوم **NH_4^+** (ايون مشترك)والناتج من تاين كلوريد الامونيوم فيترجح التفاعل العكسي وتتكون NH_3) ويكون OH^-المستهلك في التفاعل العكسي بقدرOH^- المضاف وبذلك لاتنخفض قيمة PH المحلول بل تبقى ثابتة تقريبا **مع ملاحظه**

$[NH_4OH]$ يزداد بقدر $[OH^-]$ **المضاف**
$[NH_4Cl]$ يقل بقدر $[OH^-]$ **المضاف**

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$$
$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

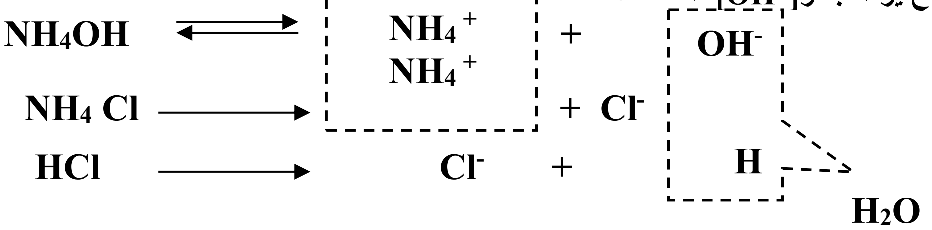
د–تأثير اضافه حامض قوي الى محلول يتكون من قاعده ضعيفه وملحها (بفر قاعدي)

س : ما تأثير اضافه كميه صغيرة من حامض قوي على قيمه PH الى
(أ- الماء النقي ب - لمزيج الامونيا و كلوريد الامونيوم) على قيمه PH

ج / تسبب اضافة كمية صغيرة من حامض قوي **الى الماء النقي** زيادة كبيرة في تركيز ايون H^+ اي نقصان حاد في قيمة في ال PH المحلول الناتج،

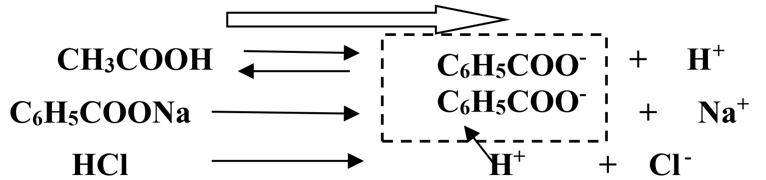
و عند اضافة نفس الكمية من حامض قوي الى المزيج البفري**(لمزيج الامونيا و كلوريد الامونيوم)** فان ايونات H^+ الناتجة من تفكك الحامض القوي لايمكنها البقاء في المحلول بل تتفاعل على الفور مع ايونات الهيدروكسيد الناتجة من تفكك الامونيا لتكوين الماء **فينخفض** $[OH^-]$ **وينحرف التوازن الى جهه اليمين** فيزداد $[OH^-]$ ا بقدر $[OH^-]$ $[H^+]$ المتحد مع $[H^+]$ **وبذلك لن تتاثر قيمة PH هذا المزيج بشكل ملحوظ.** مع ملاحظه

$[NH_4OH]$ يقل بقدر $[OH^-]$ المتحد مع $[H^+]$
$[NH_4Cl]$ اي الملح يزداد بقدر $[OH^-]$ المضاف



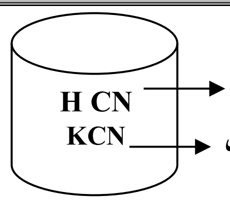
س وزاري : عند أضافه قطرات من حامض الهيدروكلوريك الى محلول حامض البنزويك وبنزوات الصوديوم تتغير PH تغيرا طفيفا

ج / لان ايونات H الناتجة من تاين HCl تتحد مع ايون البنزوات $C_6H_5COO^-$ **مكونه حامض البنزويك** C_6H_5COOH وهو حامض ضعيف يؤدي زيادة تركيزه في المحلول الى زياده تركيز $[H^+]$ ونقصان صغير في قيمه PH



مكونات محاليل البفر :	تحضير ا لمحاليل ا لمنظمة (محاليل بفر)
تتكون محاليل البفر عادة من مكونين اثنين، احدهما يمكنه التفاعل مع القاعدة المضافة للمحلول ويعادلها بينما يعادل المكون الثاني كمية الحامض المضافة وبذلك يكون للمحلول فعل البفر	**يحضر هذا النوع من المحاليل عادة بمزج حامض ضعيف مع احدالاملاح المشتقة من الحامض الضعيف اوقاعدة ضعيفة مع احد الاملاح المشتقة من القاعدة الضعيفة**

أ – الحامض الضعيف وملحه قبل الاضافه



حامض ضعيف → HCN

ملح الحامض الضعيف → KCN

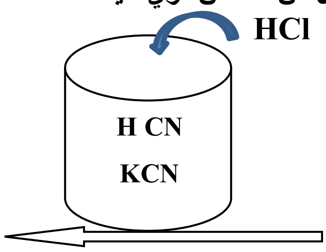
القوانين المتعلق بالحامض الضعيف وملحه :

$$[H^+] = Ka \times \frac{[acid]}{[Salt]}$$

$$PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$$

أ – الحامض الضعيف وملحه بعد الاضافه

1 – بعد اضافه قليل من حامض قوي اليه



$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$$

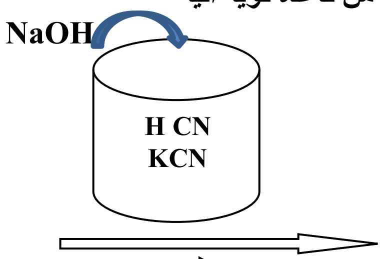
$$KCN \rightarrow K^+ + CN^-$$

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

[HCN] الحامض يزداد بقدر [H] المضاف

[KCN] الملح يقل بقدر [H] المضاف

2 – بعد اضافه قليل من قاعده قويه اليه



$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$$

$$KCN \rightarrow K^+ + CN^-$$

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

[HCN] الحامض يقل بقدر [OH] المضاف

[KCN] الملح يزداد بقدر [OH] المضاف

القوانين المتعلق بالحامض الضعيف وملحه
بعد اضافه قليل من حامض قوي اليه

1- القوانين حسب الاجابة المعتمدة في الوزاري

$$PH = PK_a + \log \frac{[Salt] - [H]}{[acid] + [H]}$$

حيث [H] = تركيزايون H الناتج من تأين الحامض القوي

وهناك حالاتان لاستخراج [H]

أ – اذا كان الحامض المضاف ب الحجم mL

(هنا تستخدم قوانين التخفيف $M1 \times V1 = M2 \times V2$)

ب – اذا كان الحامض المضاف كمية mol

$$[\ ] = = \frac{n}{v \text{ الكلي}}$$

2- القوانين حسب المنهج المقرر

أ – قانون المحلول $PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$

ب)الخطوه الثانيه ايجاد تركيزالحامض والملح بعد اضافه حامض

$$[\ acid\ ] = \frac{\text{كميه الحامض + كميه الحامض المضاف}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[\ acid\ ] = \frac{n_{acid} + n_H}{v \text{ الكلي}}$$

$$[\ Salt\ ] = \frac{\text{كميه الملح − كميه الحامض المضاف}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[\ Salt\ ] = \frac{n_{Salt} - n_H}{v \text{ الكلي}}$$

حيث $n = M \times V$

القوانين المتعلق بالحامض الضعيف وملحه
بعد اضافه قليل من قاعده قويه اليه

1- القوانين حسب الاجابة المعتمدة في الوزاري

$$PH = PK_a + \log \frac{[Salt] + [OH]}{[acid] - [OH]}$$

حيث [OH] = تركيزايون OH الناتج من تأين القاعدة القوية

وهناك حالاتان لاستخراج [OH]

أ – اذا كان القاعدة المضافة ب الحجم mL

(هنا تستخدم قوانين التخفيف $M1 \times V1 = M2 \times V2$)

ب – اذا كان القاعدة المضافة كمية mol

$$[\ ] = = \frac{n}{v \text{ الكلي}}$$

2- القوانين حسب المنهج المقرر

أ – قانون المحلول $PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$

ب) الخطوه الثانيه ايجاد تركيز الحامض والملح بعد اضافه قاعده

$$[\ acid\ ] = \frac{\text{كميه الحامض − كميه القاعده المضاضه}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

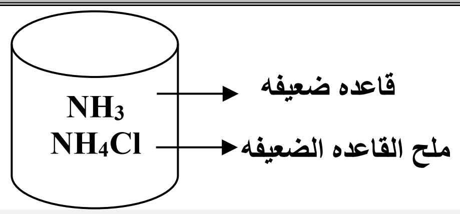
$$[\ acid\ ] = \frac{n_{acid} - n_{OH}}{v \text{ الكلي}}$$

$$[\ Salt\ ] = \frac{\text{كميه الملح + كميه القاعده المضاضه}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[\ Salt\ ] = \frac{n_{Salt} + n_{OH}}{v \text{ الكلي}}$$

حيث $n = M \times V$

ب – القاعده الضعيفه وملحها قبل الاضافه



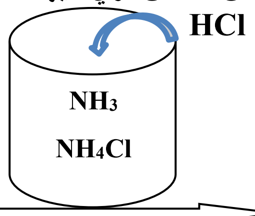
القوانين المتعلق بالقاعده الضعيفه وملحها :

$$[OH^-] = Kb \times \frac{[base]}{[Salt]}$$

$$POH = PK_b + \log \frac{[Salt]}{[base]}$$

ب – القاعده الضعيفه وملحها بعد الاضافه

1 – بعد اضافه قليل من حامض قوي اليها



$NH_3+H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$

$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$

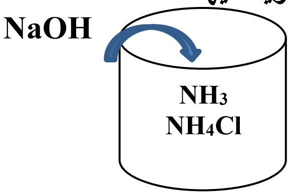
$HCl \longrightarrow Cl^- + H^+$

(OH^- و H^+ ← H_2O)

[NH_3] القاعدة تقل بقدر [H] المضاف

[NH_4Cl] الملح يزداد بقدر [H] المضاف

2 – بعد اضافه قليل من قاعده قويه اليها



$NH_3+H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$

$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$

$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

[NH_3] القاعده تزداد بقدر [OH] المضاف

[NH_4Cl] الملح يقل بقدر [OH] المضاف

القوانين المتعلق بالقاعده الضعيفه وملحها بعد اضافه قليل من حامض قوي اليه

-1 القوانين حسب الاجابة المعتمدة في الوزاري

$$POH = PK_b + \log \frac{[Salt]+[H]}{[base]-[H]}$$

حيث [H] = تركيزايون H الناتج من تأين الحامض القوي

(هنا تستخدم قوانين التخفيف $M1 \times V1 = M2 \times V2$)

-2 القوانين حسب المنهج المقرر

أ – قانون المحلول $POH = PK_b + \log \frac{[Salt]}{[base]}$

ب)الخطوه الثانيه ايجاد تركيزالقاعده والملح بعد اضافه حامض

$$[base] = \frac{\text{كمية القاعده} - \text{كميه الحامض المضاف}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[base] = \frac{n_{base} - n_H}{v_{\text{الكلي}}}$$

$$[Salt] = \frac{\text{كمية الملح} + \text{كميه الحامض المضاف}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[Salt] = \frac{n_{Salt} + n_H}{v_{\text{الكلي}}}$$

حيث $n = M \times V$

القوانين المتعلق بالقاعده الضعيفه وملحها بعد اضافه قليل من قاعده قويه اليه

-1 القوانين حسب الاجابة المعتمدة في الوزاري

$$POH = PK_b + \log \frac{[Salt]-[OH]}{[base]+[OH]}$$

حيث [OH] = تركيزايون OH الناتج من تأين القاعدة القوية

(هنا تستخدم قوانين التخفيف $M1 \times V1 = M2 \times V2$)

-2 القوانين حسب المنهج المقرر

أ – قانون المحلول $POH = PK_b + \log \frac{[Salt]}{[base]}$

ب)الخطوه الثانيه ايجاد تركيزالقاعده والملح بعد اضافه قاعده

$$[base] = \frac{\text{كمية القاعده} + \text{كميه القاعده المضافه}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[base] = \frac{n_{base} + n_{OH}}{v_{\text{الكلي}}}$$

$$[Salt] = \frac{\text{كمية الملح} - \text{كميه القاعده القويه}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[Salt] = \frac{n_{Salt} - n_{OH}}{v_{\text{الكلي}}}$$

حيث $n = M \times V$

ملاحظات عن : ΔPH

1 - Δ POH = Δ PH (بعكس الاشاره)

2 – Δ PH تتناسب طرديا مع قاعديع المحلول وعكسيا مع حامضيته وكما يلي

أ – عند اضافه محلول قاعدي سوف تزداد PH اي تصبح (Δ PH +)

ب – عند اضافه محلول حامضي سوف تقل PH اي تصبح (Δ PH -)

3 – عندما يطلب حساب تغير PH نتبع ما يلي :

أ- نحسب PH1 للمحلول الاصلي الذي كان في الاناء قبل الاضافه ب – يحسب PH2 للمحلول الجديد بعد الاضافه

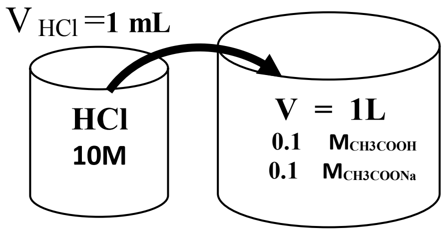
ج - ΔPH = PH2 - PH1

مثال 3 – 11 : أحسب قيمه الاس الهيدروجيني (PH) بعد أضافه 1mL من محلول حامض الهيدروكلوريك تركيزه 10 M الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك بتركيز 0.1M وخلات الصوديوم بتركيز 0.1M علماً ان pKa = 4.74. و ان log 9 = 0.95 و log 11= 1.04

(ملاحظة: اهمل التغير الذي يحصل في حجم المحلول بعد اضافة الحامض القوي او القاعدة القوية عند حل المثالان الحجم صغير جدا)

الحل /

أ - الطريقه الاولى : حسب الاجابة المعتمدة في الوزاري



$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$10\ M \times \frac{1}{1000}\ L = M2 \times 1L$$

$$M2 = 0.01\ M$$

$$PH1 = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]]}$$

$$PH\ 1 = 4.74 + \log \frac{[0.1]}{[0.1]}$$

$$PH\ 1 = 4.74$$

$$PH2 = PK_a + \log \frac{[Salt]-[H]}{[acid\ \text{الضعيف}]+[H]}$$

$$PH\ 2 = 4.74 + \log \frac{[0.1]-[0.01]}{[0.1]+[0.01]}$$

$$PH\ 2 = 4.74 + \log \frac{[0.09]}{[0.11]} = 4.83$$

$$PH\ 2 = 4.74 + \log 9 - \log 11 = 4.74 + 0.95 - 1.04 = 4.65$$

$$\Delta PH = PH2 - PH1 = 4.65 - 4.74 = -0.09$$

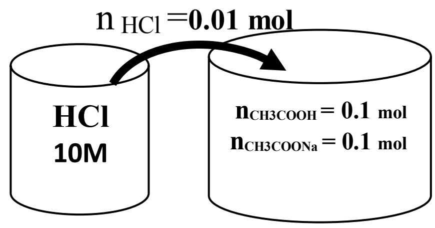
ب – الطريقة الثانية (حسب المنهج المقرر)

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

$$n_{CH3COOH} = M \times V_{(L)} = 0.1\ mol/L \times 1\ L = 0.1\ mol$$

$$n_{CH3COONa} = M \times V_{(L)} = 0.1\ mol/L \times 1\ L = 0.1\ mol$$



(المركز) $M1 \times V1 = M2 \times V2$

$$10\ M \times \frac{1}{1000}\ L = M2 \times 1L$$

(المخفف) $M2 = 0.01\ M$

$$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

أحادي البروتون $[HCl] = [H^+] = 10\ M$

$$n_H = M_{HCl} \times V(L) = 0.01 \times 1L = 0.01\ mol$$

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

$$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$[acid] = \frac{n_{acid} + n_H}{v\ \text{الكلي}}$$

$$[CH_3COOH] = \frac{0.1\ mol + 0.01\ mol}{1\ L} = 0.11\ mol/L$$

$$[Salt] = \frac{n_{Salt} - n_H}{v\ \text{الكلي}}$$

$$[CH_3COO^-] = \frac{0.1\ mol - 0.01\ mol}{1\ L} = 0.09\ mol/L$$

$$PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]} = 4.74 + \log \frac{[0.09]}{[0.11]}$$

$$PH = 4.74 + \log 9 - \log 11 = 4.74 + 0.95 - 1.04 = 4.65$$

النقاش : نلاحظ ان قيمه PH بعد اضافه الحامض القوي قد تغيرت بمقدار صغير (0.09) بسبب فعل محلول بفرالمقاوم للتغير في PH

2 – ان قيمه PH لمحلول بفر قد قلت بمقدار (0.09) وهذا يعني زياده بسيطه في الحامضيه بسبب التفاعل العكسي وتكون زياده من الحامض الضعيف CH3COOH

س وزاري 2016 : أحسب قيمة الاس الهيدروجيني PH

1 – للتر من محلول بفر مكون من الامونيا وكلوريد الامونيوم بتركيز (0.1 مولاري لكل منهما)

2 – بعد اضافة (2 ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم (5 مولاري) ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة PH

علما بان $\log 11 = 1.04$ و $\log 3 = 0.477$ و $\log 1.8 = 0.26$ و $K_b\ NH_3 = 1.8 \times 10^{-5}$

الحل /

أ – ايجاد PH لمحلول بفر

$$PKb = -\log Ka$$
$$PKb = -\log 2 \times 10^{-5}$$
$$PKb = 5 - \log 2$$
$$PKb = 5 - 0.3 = 4.7$$

$$POH1 = PKb + \log \frac{[Salt]}{[Base]}$$

$$POH1 = 4.74 + \log \frac{[0.1]}{[0.1]}$$

$$POH1 = 4.74 + \log 1 = 4.74 + 0 = 4.74$$

$$PH1 = 14 - POH = 14 - 4.74 = 9.26$$

ب – ايجاد PH2 (بعد أضافة NaOH لمحلول بفر)

نوجد [NaOH] المضاف في الحجم الجديد

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$
$$5\,M \times 2\,ml = M2 \times 1000\,ml$$

$$[NaOH]2 = \frac{5M \times 2\,ml}{1000\,ml} = 0.01\,M$$

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

0.01 M	0	0
0	0.01M	0.01 M

$$POH2 = PK_a + \log \frac{[Salt]-[OH]}{[acid]+[OH]}$$

$$POH2 = 4.74 + \log \frac{[0.1]-[0.01]}{[0.1]+[0.01]}$$

$$POH2 = 4.74 + \log \frac{[0.09]}{[0.11]}$$

$$POH2 = 4.74 + \log 9 - \log 11 = 4.74 + \log 3^2 - \log 11$$
$$POH2 = 4.74 + 2\log 3 - \log 11 = 4.74 + 2 \times 0.477 - 1.04$$
$$POH2 = 4.74 + 0.954 - 1.04 = 4.64$$
$$PH1 = 14 - POH = 14 - 4.64 = 9.34$$

$$\Delta PH = PH2 - PH1 = 9.34 - 9.26 = 0.08$$

س وزاري 2015 : أحسب مقدار التغير ل PH بعد أضافة 1mL من حامض الكبريتيك H_2SO_4 بتركيز 10M الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa تركيز كل منهما 0.1 مولاري علما أن $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$ CH_3COOH و $\log 2 = 0.3$ و $\log 3 = 0.477$ و $\log 1.8 = 0.26$

الحل /

$$PKa = -\log Ka$$
$$PKa = -\log 1.8 \times 10^{-5}$$
$$PKa = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$$
$$PKa = -(0.26 - 5) = 4.74$$

$$PH1 = PKa + \log \frac{[Salt]}{[aCid]}$$

$$PH1 = 4.74 + \log \frac{[0.1]}{[0.1]} = 4.74$$

بعد أضافة 1mL من حامض الكبريتيك H_2SO_4

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$
$$10\,M \times \frac{1}{1000}\,L = M2 \times 1L \Longrightarrow M2 = 0.01\,M$$

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^-$$

0.01	0	0
0	<u>2(0.01)</u> = 0.02	0.10

$$PH2 = PK_a + \log \frac{[Salt]-[H]}{[acid\ \text{الضعيف}]+[H]}$$

$$PH2 = 4.74 + \log \frac{[0.1]-[0.02]}{[0.1]+[0.02]} = 4.74 + \log \frac{2}{3}$$

$$PH2 = 4.74 + \log 2 - \log 3 = 4.74 + 0.3 - 0.477 = 4.563$$

$$\Delta PH = PH2 - PH1 = 4.563 - 4.74 = 0.177$$

س وزاري 2015 / 2 : أحسب التغير ل PH بعد أضافة 1mL من محلول $Ba(OH)_2$ بتركيز25M الى لتر من محلول بفر مكون من 0.1M NH_3 و من 0.3 M NH_4Cl
علما أن $Kb_{NH_3} = 2 \times 10^{-5}$ و $\log 2 = 0.3$ و $\log 3 = 0.47$ و $\log 1.6 = 0.2$ و $\log 5 = 0.7$

الحل / قبل الاضافة

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$25\,M \times \frac{1}{1000}\,L = M2 \times 1L \Longrightarrow M2 = 0.025\,M$$

$$POH1 = PKb + \log \frac{[Salt]}{[Base]}$$

$$PKb = -\log Kb$$
$$PKb = -\log 2 \times 10^{-5}$$
$$PKb = 5 - \log 2$$
$$PKb = 5 - 0.3\text{-}5 = 4.7$$

$$POH1 = 4.7 + \log \frac{[0.3]}{[0.1]}$$

$$POH1 = 4.7 + \log 3 = 4.7 + 0.47 = 5.17$$

$$PH1 = 14 - 5.17 = 8.83$$

$Ba(OH)_2$	$\longrightarrow$	Ba^{2+}	+	$2\,OH^-$
0.025		0		0
0		0.025		$2 \times 0.025 = 0.05$

بعد الاضافة

$$POH2 = PK_a + \log \frac{[Salt]-[OH]}{[Base]+[OH]}$$

$$POH2 = 4.7 + \log \frac{[0.3]-[0.05]}{[0.1]+[0.05]} = 4.7 + \log \frac{25}{15} = 4.7 + \log 1.6$$

$$POH2 = 4.7 + 0.2 = 4.9$$

$$PH2 = 14 - 4.9 = 9.1$$

$$\Delta PH = PH2 - PH1 = 9.1 - 8.83 = 0.27$$

س وزاري 2016/2 خ / لتر واحد من محلول يحتوي على 0.04 M من حامض ضعيف و 0.02 M من ملحه ما عدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ الازم اضافته اليه لتصبح قيمه PH تساوي 9.3 علما $Ka = 1 \times 10^{-9}$ و $\log 2 = 0.3$

الحل /

بعد الاضافه $Ca(OH)_2$

$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$$

نفرض $Y = [Ca(OH)_2]$

$2Y = [OH]$

$$PH2 = PK_a + \log \frac{[Salt]+[OH]}{[acid]-[OH]}$$

$$9.3 = 9 + \log \frac{[0.0.02]+[2Y]}{[0.04]-[2Y]}$$

$$9.3 - 9 = \log \frac{[0.02 + 2Y]}{[0.04 - 2Y]}$$

$$0.3 = \log \frac{[0.02 + 2Y]}{[0.04 - 2Y]}$$

$$\log 2 = 0.3$$

$$\log^{-1} 0.3 = \frac{[0.02 + 2Y]}{[0.04 - 2Y]}$$

$$2 = \frac{[0.02 + 2Y]}{[0.04 - 2Y]}$$

$$0.08 - 4Y = 0.02 + 2Y$$

$$Y = 0.01 = [Ca(OH)_2]$$

$$n = M \times V = 0.01 \times 1 = 0.01\ mol$$

تمرين 3-15 : احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH)

(أ) للتر من المحلول بفر مكون من الامونيا بتركيز 0.1 M كلوريد الامونيوم بتركيز 0.1 M

(ب) لنفس محلول بفر بعد اضافه 1mL من محلول حامض الكبريتيك تركيزه 10 M ثم احسب قيمه التغير الحاصل في قيمه PH وناقش النتيجه علماً ان pKa = 4.74. و ان log 3 = 0.48 و log 2= 0.3

(أهمل التغير الذي يحصل في حجم المحلول بعد أضافة الحامض القوي او القاعدة القوية عند حل التمرين) ج : أ 9.26 ب PH 9. 08 ΔPH = - 0.18

س3 – 13: 2016 تمهيدي(أ) ما قيمة الاس الهيدروجيني لمزيج بفري مكون من حامض النتروز $K_a(HNO_2) = 4.5 \times 10^{-4}$ بتركيز 0.12M ونتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز 0.15M؟(ب)احسب قيمة pH المحلول الناتج بعد اضافة 1g من هيدروكسيد الصوديوم (M= 40 g /mole) الى لتر واحد من محلول البفر

علما log 1.8 = 0.26 وlog 4.5 = 0. 65 و log 4 = 0.6 و log 5= 0.7 ج / 3.45 ؛ 3.61

س : 2015 (تمهيدي) : نصف لتر من محلول HCN 0.1M و KCN 0.3 M . أحسب التغير في قيمه PH عند أضافه 0.025 mol من H_2SO_4 علما ان P_{Ka} = 9.31 ج / Δ PH = - 0.48

س وزاري 2016 / 3 : احسب مقدار التغير ل (PH) بعد أضافة 2g من هيدروكسيد الصوديوم NaOH (M=40 g /mol) الى لتر من المحلول بفر مكون من حامض الخليك وخلات الصوديوم تركيز كل منهما 0.2 M علما ان

علما $Ka_{CH3COOH} = 1.8 \times 10^{-5}$ و log 3 = 0.477 وlog 5 = 0. 7 وlog 1.8 = 0.26 ج / Δ PH = 0.223

س واجب ت : أضيف 0.05 mol من محلول $Ba(OH)_2$ مرة الى لتر من الماء المقطر ومرة أخرى الى لتر من محلول مكون من HCN و NaCN كل منهما بتركيز 0.3 M كم سيكون مقدار التغير في قيمة PH في الحالتين

علما أن $Ka\ HCN = 6 \times 10^{-10}$ و log 2 = 0.3 و علما log 6 = 0.78 ج / مع الماء ΔPH = 6 / مع بفر ΔPH = 0.3

س وزاري : لتر من محلول منظم يحتوي محلول الامونيا بتركيز 0.2 وكلورديد الامونيوم بتركيز (0.1 M) أحسب PH للمحلول بعد أضافه 0.1 mol من حامض الهيدروبروميك للمحلول علما ان $PKb_{(NH3)}$ = 4.74 و log 2 = 0.3 ج / PH = 8.96

س وزاري : 0.5 L من محلول 0.1 M حامض HCN و 0.3 M سيانيد البوتاسيوم احسب Δ PH عند اضافه 0.025mol من حامض الكبريتيك اليه علما ان PKa = 9.31 و log3 = 0.48 ΔPH = - 0.48

س وزاري : لتر واحد من محلول منظم يحتوي على حامض ضعيف النسبه النويه لتفككه 1 % وتركيز ايون الهيدروجين $= 2 \times 10^{-4}$ وملحه المشتق منه بتركيز 0.01 M ما عدد غرامات NaOH الواجب اضافته للمحلول المنظم لتتغير PH بمقدار 0.6

علما ان M_{NaOH} = 40 g / mol و log 2 = 0.3 ج / m_{NaOH} = 0.4 g

---

س وزاري : اراد كيميائي ان يحضر محلول منظما فوجد عند اضافه 0.5 L من محلول حامض الخليك الى 0.5 L من محلول خلات الصوديوم اصبح [الحامض] ضعف [الملح] وبعد اضافه 0.1mol من NaOH الى المحلول المتكون اصبحت قيمه PH=5 احسب 1- تركيز الحامض والملح 2- PH للملح قبل المزج علما $Ka = 2 \times 10^{-5}$ و log 2 = 0.3

ج / [الحامض] = 0. 2 M و [الملح] = 0.1 M ج / PH = 9

س وزاري: 0.5 L من محلول 0.1 M حامض HCN و 0.3 M سيانيد البوتاسيوم احسب Δ PH عند اضافه 0.025mol من حامض الكبريتيك اليه علما ان PKa = 9.31 و log3 = 0.47 ج / 0.477 –

س وزاري : لوحظ عند أضافه عدد من مولات خلات الصوديوم الى لتر من محلول 0.1 M من حامض الخليك ان PH المحلول تغيرت بمقدار 2.3 احسب عدد مولات $Ba(OH)_2$ الواجب أضافته الى المزيج لكي تتغير PH المحلول بمقدار 0.4

علما بان $Ka = 1 \times 10^{-5}$ و log 2 = 0.3 و $log^{-1} 0.7 = 5$ ج / 0.025 mol

---

س وزاري: ما عدد مولات كلوريد الامونيوم الازم اضافتها الى لتر من محلول NH_3 لتتغير قيمه POH من 3 الى 5 وما عدد مولات KOH الواجب اضافتها الى محلول الامونيا وملحها لتصبح قيمه PH المحلول =9.3

علما $Kb = 2 \times 10^{-5}$ و log 2 = 0.3 ج / n_{KOH} = 0.025mol

---

س وزاري : لتر من محلول CH_3COOK تركيز OH^- فيه = 10^{-5} M أضيف اليه 0.01mol حامض الخليك أحسب ΔPH بعد اضافه 1ml من 10 M حامض HCl علما $Ka = 1 \times 10^{-5}$ و log 2 = 0.3 و log9 = 0.95 ج / -0.35

س : لتر واحد من محلول يحتوي على 0.04 M من حامض ضعيف و 0.02 M من ملحه ما عدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم الازم اضافته اليه لتغير قيمه PH بمقدار 0.6 علما علما $Ka = 1 \times 10^{-9}$ و log 2 = 0.3 ج / $n_{Ca(OH)2}$ = 0.01mol

---

س وزاري : احسب [H] للمحلول الناتج من اضافه 1ml من HCl بتركيز 10 M الى لتر من محلول يحتوي 0.1 M من الامونيا و 0.17 M كلوريد الامونيوم علما ان ثابت التحلل المائي 5×10^{-10} = $Kh\ NH_4Cl$ و log 2 = 0.3 ج / $[H] = 10^{-9}$

س وزاري: لتر من محلول 0.1 M لحامض الخليك درجه تأينه 0.01 أضيف اليه كميه من مولات معينه من خلات الصوديوم فاصبحت قيمه PH المحلول الناتج = 5.3 أحسب قيمه PH المحلول الناتج بعد اضافه 0.05 mol من KOH

علما ان log 5 = 0.7 و log2 = 0.3 ج / 5.7

س وزاري : محلول حجمه لتر مذاب فيه عدد من مولات حامض ضعيف وضعف هذا العدد من المولات ملحه القاعدي اضيف اليه 2g من NaOH (M_{NaOH} = 40 g / mol) فتغيرت قيمه PH المحلول بمقدار 0.4احسب تركيزالحامض والملح في المحلول علما

$Ka = 2 \times 10^{-5}$ و log 2 = 0.3 و log 5 = 0.7 ج / [الحامض] = 0. 1 M و [الملح] = 0. 2 M

سابعا : محاليل تفاعلات الاضافة (أوالتعادل) (الحالات الخاصة)

هي محاليل تنشأ عند أضافه ماده الى ماده اخرى لايحصل بينهما ايون مشترك نكتب معادله تفاعلهما ومن خلال ملاحظه
1- الماده الناتجه من التفاعل 2- والماده المتبقيه من التفاعل
يمكن التعرف على نوع المحاليل (وهي احدى المحاليل التي درسناها)
عند ذلك نحدد القانون المناسب بعد اتباع الخطوات التاليه :
1 -تركيز او كميه الالكتروليت القوي بعد الاضافه = صفر 2- تركيز او كميه المادة الاخرى يقل بقدر تركيز الماده القويه
3- تركيز المادة الناتجه = تركيز الماده القويه

تطبق هذه الملاحظه

1- قاعده قويه + حامض قوي ⟵ ملح متعادل + ماء

أ- اذا كانت التراكيز (او الكميات) كلا من الحامض والقاعده **متساويه** فهاذا يعني استهلاك تام لكلاهما فان PH = 7

	HCl	+ NaOH	⟶ NaCl	+ H_2O
تركيزالابتدائي	0.1	0.1	0	0
التغير بالتركيز	-0. 1	-0.1	0.1	
بعدانتهاء التفاعل	0	0	0.1	

اذن المتبقي في المحلول NaCl وهو ملح متعادل فان PH = 7

ب – في حاله التراكيز (او الكميات) المختلفه فان [H] او [OH] هو الذي يحدد الصفه الحامضيه او القاعديه

	HCl	+ NaOH	⟶ NaCl	+ H_2O
تركيزالابتدائي	0.2	0.1	0	0
التغير بالتركيز	-0. 1	-0.1	0.1	
بعدانتهاء التفاعل	0.1	0	0.1	

اذن المتبقي في المحلول NaCl (يهمل لانه ملح متعادل) والحامض القوي HCl ونطبق القوانين الخاصه بالالكتروليتات القويه

ج : في حاله الحوامض ثنائيه البروتون او القاعده ثنائيه الهيدروكسيد

تعتمد حامضيه او قاعديه المحلول على تركيز $[H^+]$ او تركيز $[OH^-]$ وليس على تركيز الحامض او القاعده

س وزاري :عند اضافه 0.1mol من هيدروكسيد الباريوم الى لتر من 0.1M من حامض HCl هل يتكون محلول حامضي ام قاعدي

$[Ba(OH)_2] = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{1} = 1\ M$

$Ba(OH)_2$	⟶ Ba^{2}	+ $2OH^-$
0.1	0	0
0	0.1	0.2

HCl	⟶ H^+	+ Cl^-
0.1	0	0
0	0.1	0.1

المتبقي $[OH] = [H] - [OH]$

$0.1 = 0.1 - 0.2$

$POH = -\ Log[OH] = -log0.1 = 1$

$PH = 14 - 1 = 13$ (المحلول قاعدي)

---

2 - لايكونان ايون مشترك (ماء + ملح قاعدي ⟵ قاعده قويه + حامض ضعيف)

أ- اذا كانت التراكيز (او الكميات) متساويه

	HNO_2	+ NaOH	⟶ Na NO_2	+ H_2O
تركيزالابتدائي	0.1	0.1	0	0
التغير بالتركيز	-0. 1	-0.1	0.1	
بعدانتهاء التفاعل	0	0	0.1	

اذن المتبقي في المحلول Na NO_2 (ملح قاعدي) نطبق القوانين الخاصه بالاملاح القاعديه

ب- اذا كانت التراكيز (او الكميات) مختلفه

	HNO_2	+ NaOH	⟶ Na NO_2	+ H_2O
تركيزالابتدائي	0.2	0.1	0	0
التغير بالتركيز	-0. 1	-0.1	0.1	
بعدانتهاء التفاعل	0.1	0	0.1	

ايون مشترك

اذن المتبقي في المحلول الحامض الضعيف وملحه (ايون مشترك) نطبق القوانين الخاصه بالايون المشترك

3 - لايكونان ايون مشترك (ماء + ملح حامضي ⟵ قاعدة ضعيفه + حامض قوي)

أ- اذا كانت التراكيز (او الكميات) متساويه

	HCl	+	NH_3	⟶	NH_4Cl
تركيزالابتدائي	0.1		0.1		0
التغير بالتركيز	-0. 1		-0.1		0.1
بعدانتهاء التفاعل	0		0		0.1

اذن المتبقي في المحلول NH_4Cl (ملح حامضي) نطبق القوانين الخاصه بالاملاح الحامضيه

ب- اذا كانت التراكيز (او الكميات) مختلفه

	HCl	+	NH_3	⟶	NH_4Cl
تركيزالابتدائي	0.1		0.2		0
التغير بالتركيز	- 0. 1		- 0.1		0.1
بعدانتهاء التفاعل	0		0.1		0.1

ايون مشترك

اذن المتبقي في المحلول القاعده الضعيفه وملحها (ايون مشترك) نطبق القوانين الخاصه بالايون المشترك

وتطبق نفس القواعد للمحاليل المضافه التاليه

4 – (ملح متعادل + حامض ضعيف ⟵ ملح الحامض ضعيف + حامض قوي)

5 – (ملح متعادل + قاعدة ضعيفه ⟵ ملح لقاعدة ضعيفه + قاعدة قويه)

س وزاري 2016 (خارج العراق) : أحسب مقدار التغير في قيمة PH بعد أضافة 20mL من 0.2 M حامض الخليك CH_3COOH الى 20mL من 0.1 M هيدروكسيد الصوديوم NaOH ؟
علما بأن $K_a(CH_3COOH) = 1.8\times 10^{-5}$ $\log 4 = 0.6$ و $\log 1.8 = 0.26$

الحل /

1 - نجد PH1 لمحلول NaOH (قبل أضافة CH_3COOH)

$NaOH$	⟶	Na^+	+	OH^-
0. 1 M		0	+	0
0		0. 1 M		0. 1 M

$[OH^-] = 0.1\ M$

$pOH = -\log[OH^-] = -\log 0.1 = -(\log 10^{-1}) = -(-1\log 10) = 1$

$PH = 14 - POH = 14 - 1 = 13$

2 - نجد PH 2 (بعد أضافة CH_3COOH)

$VT = 20\ ml + 20\ ml = 40\ ml$

$M_{NaOH} \times V1 = M2 \times VT$

$0.1 \times 20\ ml = M2 \times 40\ ml$

$M2 = \frac{0.1 \times 20}{40} = 0.05\ M = [NaOH]$

$M_{CH3COOH} \times V1 = M2 \times V2$

$0.2 \times 20\ ml = M2 \times 40\ ml$

$M2 = \frac{0.2 \times 20}{40} = 0.1\ M = [CH_3COOH]$

	CH_3COOH	+	$NaOH$	⟶	CH_3COONa	+	H_2O
تركيزالابتدائي	0. 1		0.05		0		0
التغير بالتركيز	-0.05		- 0.05		0.05		
بعدانتهاء التفاعل	0.05		0		0.05		

مزيج بفري

$PH2 = PK_a + \log\frac{[Salt]}{acid}$

$PH2 = 4.75 + \log\frac{[0.05]}{[0.05]} = 4.75 + \log 1$

$PH2 = 4.75 + 0 = 4.75$

$\Delta PH = PH2 - PH1 = 4.75 - 13 = -8.25$

$P\,Ka = -\log[Ka]$
$P\,Ka = -\log[1.8\times 10^{-5}]$
$P\,Ka = 5 - \log 1.8$
$P\,Ka = 5 - 0.25 = 4.75$

س : أحسب مقدار التغير في قيمة PH بعد أضافة 20mL من 0.1 M هيدروكسيد الصوديوم NaOH الى 20mL من 0.2 M حامض الخليك CH_3COOH ؟ علما بأن $K_a(CH_3COOH) = 1.8\times 10^{-5}$ log 4= 0.6 و log 1.8 = 0.25

الحل / 1 - نجد PH1 لمحلول (CH_3COOH)

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{aq)}$$

$CH_3COOH_{(aq)}$	$CH_3COO^-_{(aq)}$	$H^+_{(aq)}$
0.2	0	0
0.2 – X (تهمل)	X	X

$$Ka = \frac{[CH3COO-]\ [H+]}{[CH3COOH]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{(0.2)} \Longrightarrow X^2 = 0.36 \times 10^{-5}$$

$$X = \sqrt{3.6 \times 10^{-6}} = 1.8 \times 10^{-3}\ M = [H^+]$$

$$PH1 = -\log [H] = -\log 1.8 \times 10^{-3} = 3 - \log 1.8 = 3 - 25 = 2.75$$

2 - نجد PH 2 (بعد أضافة CH_3COOH)

$$VT = 20\ ml + 20\ ml = 40\ ml$$

$M_{NaOH} \times V1 = M2 \times VT$ $0.1 \times 20\ ml = M2 \times 40\ ml$ $M2 = \frac{0.1 \times 20}{40} = 0.05\ M = [NaOH]$	$M_{CH3COOH} \times V1 = M2 \times V2$ $2 \times 20\ ml = M2\ \times 40\ ml$ $M2 = \frac{0.2 \times 20}{40} = 0.1\ M = [CH_3COOH]$

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

	CH_3COOH	$NaOH$	CH_3COONa	H_2O
تركيزالابتدائي	0. 1	0.05	0	0
التغير بالتركيز	-0.05	- 0.05	0.057	
بعدانتهاء التفاعل	0.05	0	0.05	

مزيج بفري

$$PH2 = PK_a + \log \frac{[Salt]}{acid}$$

$$PH2 = 4.75 + \log \frac{[0.05]}{[0.05]} = 4.75 + \log 1 = 4.75 + 0 = 4.75$$

$$\Delta PH = PH2 - PH1 = 4.75 - 2.75 = 2$$

واجب

س 3 - 6 : ما قيمة PH لكل من المحاليل المحفزة من أضافه 10 ml من HCl تركيزه 0.1 الى :

1. 10 ml من NaOH تركيزه 0.1 M
2. 15ml من NaOH تركيزه 0.1 M
3. 10 ml من NH_3 تركيزه 0.1 M
4. 15 ml من NH_3 تركيزه 0.1 M

علما ان ثابت تفكك الامونيا 1.8×10^{-5} ج / PH = 7 (2 PH = 12.3 (3 PH = 5.26 (4 PH =8.96

س 3 - 22 : كم ستكون قيمة pH المحلول الناتج من مزج 20mL من 0.2 M هيدروكسيد الصوديوم NaOH مع 50mL من 0.1 M حامض الخليك CH_3COOH؟ علما بأن $K_a(CH_3COOH) = 1.8\times 10^{-5}$ علما log 4= 0.6 ج/ PH = 5.34

س 3 -23: وزاري 3/2016 (خ)عند أضافة 25mL من 0.2 M محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH الى 50mL من 0.1 M محلول حامض الخليك,ماذا ستكون قيمة الاس الهيدروجيني للمحلول الناتج ؟ علما علما بأن $K_a(CH_3COOH) = 1.8\times 10^{-5}$ وlog 6 = 0.78 و log 6 = 0.78 $\sqrt{3} = 1.7$ و log 1.7 = 0.23 ج/ PH = 8.78

س 3- 24 :احسب قيمة الـ pH لمحلول الناتج من مزج 26mL من 0.2 M هيدروكسيد الصوديوم مع 50mL من 0.1 M حامض الهيدروكلورك علما ان log 1.8 = 0.26 علما log 3 = 0.47 ج / PH = 11.47

س وزاري :عند اضافه 0.1mol من هيدروكسيد الباريوم الى لتر من 0.1M من حامض HCl هل يتكون محلول حامضي ام قاعدي

س وزاري عند أضافة 0. 1mol من KOH الى لترمن محلول 0.1 M حامض الكبريتيك فان PH المحلول تساوي ---- ج /PH = 1

س وزاري :عند أضافة 0. 03mol من NaOH الى لتر من محلول (0.06 M) حامض الخليك فان PH المحلول تساوي ---------- علما Ka = 2 × 10^{-5} و log 2 = 0.3 ج / PH = 4.7

س وزاري : ا حسب عدد مولات حامض الكروميك الازم اضافتها الى لتر من محلول 0.3 M KCN لتحضير محلول منظم دالته القاعديه = 5 علما Ka = 2 ×10^{-10} و log 5 = 0.7 ج / n = 0.1

س وزاري : محلول حجمه لتر يحتوي 0.1 mol من كلوريد الامونيوم PH = 5 احسب

1- قيمه PH المحلول الناتج بعد اضافه 0.1 mol من KOH الى المحلول ج / PH = 11

2- ما عدد مولات NaOH الذي يلزم اضافته الى NH_4Cl للحصول على PH له = 9 ج / n =0.05

س وزاري:أضيف 1mol من NaOH الى لتر واحد من محلول حامض النتروز بتركيز 2 M جد مقدار التغير في PH عند اضافه 0.05mol من حامض الكروميك الى نصف لتر من المحلول علما log 2 = 0.3 و $\log^{-1} 0.47 = 3$ ج/ Δ PH = -0. 17

الذوبانية وثابت حاصل الذوبان

مقدمه :

الذوبان : هي عمليه انتشار دقائق ماده بين جزيئات المذيب (ماء)

المحلول غيرالمشبع : هو المحلول الذي يمكن اذابه كميه أضافيه من المذاب فيه عند درجه حراره معينه

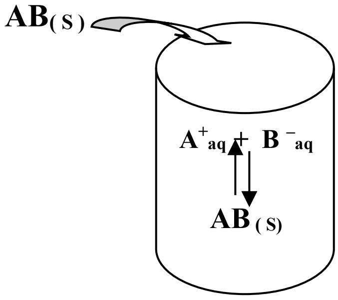
المحلول المشبع : هو المحلول الذي يحتوي اقصى كميه من المذاب و لايمكن اذابه كميه أضافيه عند درجه حراره معينه

المحلول فوق الاشباع : هو المحلول الذي يحتوي كميه اضافيه من المذاب عن عند تلك المحسوبه عند الاتزان (الاشباع)

الاملاح شحيحه الذوبان :

لقد درسنا في هذا الفصل سلوك المواد قابلة الذوبان في الماء،
ولكن هناك مواد اخرى **شحيحة الذوبان(قليلة الذوبان جدا)تخضع عملية ذوبانها في الماء الى حالة اتزان تنشأ بين الجزء الصلب(غير الذائب أو غير المتفكك)وبين الايونات الناتجة من تفككها حيث يدعى هذا المحلول بالمحلول المشبع للمادة، ويعبر عن ثابت اتزانها K_{SP}**





عند اضافه كميه من ملح شحيح الذوبان في الماء فانه يحدث ذوبان الى حد معين (حاله الاشباع) عندها لايتم الذوبان عند اضافه كميه من المذاب وتحصل حاله اتزان بين الجزء الصلب (غير المتفكك) وبين الايونات الناتجة من تفككه

$$AB_{(S)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons A^+_{(aq)} + B^-_{(aq)}$$

سرعه الذوبان (→) ، سرعه الترسيب (←)
$AB_{(S)}$ راسب (غير ذائب) ، A^+ ذائب ، B^- ذائب

ويمكن وصف عملية ذوبان مركب أيوني صلب (AB) شحيح الذوبان في الماء كما يأتي :

$$K_{eq} = \frac{[A^+]\ [B^-]}{[AB]\ [H2O]}$$

$$K_{SP} = K_{eq}\ [AB]\ [H_2O]$$

كميه ثابته كميه ثابته

K_{SP} = بثابت حاصل الذوبان،

$$K_{SP} = [A^+]\ [B^-]$$

يعود سبب شحه ذوبان هذه المواد الى ان قوه التجاذب بين ايونات الماده مع بعضها اكبر من قوه جذب جزيئات الماء لها

س : علام تعتمد قابلية ذوبان أي مادة أيونية(مثل الاملاح) في الماء

س : تختلف المواد في قابلية ذوبانها في الماء

ج / لان قابليه ذوبان أي ماده تعتمد على الفرق في مقدار الطاقة اللازمة لكسر الاواصر الرابطة بين الايونات المكونة للمادة ومقدار ما ينتج من طاقة نتيجة لانتشار هذه الايونات في الماء و تميؤها،

ثابت حاصل الذوبان (K_{SP}) للاملاح شحيحه الذوبان

هي الكميه الناتجه من حاصل ضرب التراكيز المولارية عند حالة الاتزان(للأيونات الناتجه من تفكك الماده شحيحه الذوبان)كل مرفوع لاس مساو لعدد الايونات في المعادلة الكيميائية الموزونة

ويعبر عن K_{SP} بدلاله الذوبانيه S

الذوبانية S

هي عدد مولات او غرامات الملح شحيح الذوبان في الماء التي تشبع لتر واحد من المحلول بدرجه حراره معينه

وتقسم الذوبانيه S

1 - الذوبانيه المولاريه S (mol / L)   2- الذوبانيه الغراميه S (g / L)

1 - الذوبانية المولارية S (mol / L)

هي التركيز المولاري للايونات الناتجة من تفكك الملح في المحلول عند حالة الاتزان.ووحدتها mol / L

أو هي عدد مولات الماده التي تذوب في لتر واحد من المحلول المائي المشبع (اي عند حاله الاتزان بين الماده الصلبه ومحلول الماده)

[الايون عند الاتزان] = الذوبانيه المولاريه للملح S × عدد مولات الايون في المعادله الموزونه

الذوبانية بدلاله $S\ (g/L)$

هي التركيزالغرامي وتمثل عدد غرامات الماده التي تلزم لاشباع لتر واحد من المحلول .ووحدتها g/ L

$$\text{الذوبانيه المولاريه للملح} = \frac{\text{(الذوبانيه الغراميه للملح)}}{\text{الكتله الموليه للملح}} = \frac{S\ (g/L)}{M\ (g/mol)} \quad S\ (mol/L)$$

ملاحظه : الذوبانيه المحسوبه من قانون Ksp هي دائما الذوبانيه المولاريه

$Ksp = [A^+]\ [B^-]$

[الايون] = الذوبانيه المولاريه S (mol / L) × عدد مولات الايون في المعادله الموزونه

س : عبر عن علاقه ثابت حاصل الذوبان للمركبات التاليه AgCl و $BaSO_4$ و CaF_2 و $Ca_3(PO_4)_2$ والتي يكون الملح لوحده في حاله اتزان مع محلوله المائي المشبع

الحل /

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{2+} + SO_4^{2-}$$
$$S \qquad\quad S \qquad\quad S$$

[الايون] = S (mol / L) × عدد مولات الايون

$Ksp = [Ba^{2+}] \times [SO_4^{2-}]$

$Ksp = S \times S = S^2$

$$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2\ F^-$$
$$S \qquad\quad S \qquad\quad 2\ S$$

[الايون] = S (mol / L) × عدد مولات الايون

$Ksp = [Ca^{2+}] \times [F^-]^2$

$Ksp = S \times (2\ S)^2 = 4\ S^3$

$$Ca_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3\ Ca^{2+} + 2\ PO_4^{-3}$$
$$S \qquad\quad 3\ S \qquad\quad 2\ S$$

[الايون] = S (mol / L) × عدد مولات الايون

$Ksp = [Ca^{2+}]^3 \times [PO_4^{-3}]^2$

$Ksp = (3\ S)^3 \times (2\ S)^2 = 108\ S^5$

حسابات ملح شحيح الذوبان موجود لوحده في حاله اتزان مع محلوله المائي المشبع

يمكن التعرف ان الملح شحيح الذوبان من خلال

أ- اعطاء قيمه Ksp للملح ب- اعطاء قيمه للذوبانيه S ج – ذكر الملح يكون في محلول مشبع

أولاً : أيجاد Ksp من خلال

أ – الذوبانيه المولاريه للملح : S (mol / L)

مثال : أذا علمت الذوبانيه المولاريه لفوسفات الرصاص $Pb_3(PO_4)_2$ في الماء المقطرهي 10^{-7} أحسب Ksp	مثال : اذا علمت الذوبانيه المولاريه لكبريتات الرصاص $PbSO_4$في الماء النقي تساوي 1×10^{-4} M احسب$PbSO_4$ Ksp
الحل / $Pb_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3\ pb^{2+} + 2\ PO_4^{-3}$ $1\times10^{-7} \quad 3\times10^{-7} \quad 2\times10^{-7}$ [الايون = الذوبانيه المولاريه للملح S × عدد مولات الايون $Ksp = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{-3}]^2$ $Ksp = [3\ S]^3 \times [2\ S]^2$ $Ksp = [3\times10^{-7}]^3 \times [2\times10^{-7}]^2$ $Ksp = 1.08 \times 10^{-33}$	الحل / $Pb\ (SO_4) \rightleftharpoons pb^{2+} + SO_4^{-2}$ $1\times10^{-4} \quad 1\times10^{-4} \quad 1\times10^{-4}$ [الايون = الذوبانيه المولاريه للملح S ×عدد مولات الايون $Ksp = [Pb^{2+}] \times [SO_4^{2-}]$ $Ksp = [S] \times [S]$ $Ksp = [1\times10^{-4}] \times [1\times10^{-4}]$ $Ksp = 1\times 10^{-8}$

ب – ايجاد Ksp من الذوبانيه بوحده g / L

مثال 3 – 18: وزاري 2015/ 2 احسب قيمة ثابت حاصل الاذابة Ksp لملح كبريتات الباريوم، اذا علمت أن لترا واحدا من محلوله المائي المشبع يحوي g 0.0025 من ملح من ملح $BaSO_4$ الذائب علما ان . M_{BaSO4} = 233 g / mol

الحل /

1- تكتب أولا معادلة كيميائية موزونة تمثل عملية ذوبان $BaSO_4$

2 – تكتب العلاقة الرياضية للتعبير عن ثابت حاصل الذوبان Ksp

3 - ومن قيمة ذوبانية الملح (0.0025 g /L)يمكن حساب الذوبانية المولارية (S mole / L) .

$$BaSO_{4\,(S)} \rightleftharpoons Ba^{2+}{}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

$$Ksp = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}]$$

$$S\ (mol/L)\ \text{الذوبانيه المولاريه للملح} = \frac{S\ (g/L)\ (\text{الذوبانيه الغراميه})}{M\ (g/mol)\ \text{الكتله الموليه للملح}}$$

$$S_{BaSO4\ (mole/L)} = \times \frac{0.0025\ g/L}{233\ g/mol}$$

$$S_{BaSO4} = 1.1 \times 10^{-5}\ mol/L$$

وكما تظهر المعادلة الموزونة لذوبان $BaSO_4$ أن**تفكك كل جزيء من الملح ينتج أيوناً** واحداً Ba^{2+} وأيوناً واحداًمن SO_4^{2-}

$$BaSO_{4\,(S)} \rightleftharpoons Ba^{2+}{}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

$$1.1 \times 10^{-5}\ M \qquad 1.1 \times 10^{-5}\ M$$

$$[Ba^{2+}] = [SO_4^{2-}] = 1.1 \times 10^{-5}\ M$$

$$K_{SP} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = (1.1 \times 10^{-5}\ M)(1.1 \times 10^{-5}\ M) = (1.2 \times 10^{-10}\ M)$$

ج - حساب Ksp من التركيز المولاري لاحد الايونات الناتجه من تفكك ماده شحيحه الذوبان في محلولها المائي المشبع

مثال : اذا علمت ان $[F^-]$ = M 4×10^{-4} في محلول مائي مشبع من CaF_2 أحسب Ksp CaF_2

الحل /

$$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2F^-$$

من اجل ايجاد تركيز $[Ca^{2+}]$ نستخدم العلاقة التاليه

$$\frac{[Ca]}{\text{عددمولات الايون}} = \frac{[F]}{\text{عددمولات الايون}} \Longleftarrow \frac{[Ca]}{1} = \frac{[4\times10^{-4}]}{2}$$

$$[Ca^{2+}] = 2 \times 10^{-4}$$

$$CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2F^-$$

$$2\times10^{-4} \qquad 4\times10^{-4}$$

$$Ksp = [Ca^{2+}] \times [F^-]^2$$

$$Ksp = [2\times10^{-4}] \times [4\times10^{-4}]^2 = 32 \times 10^{-12}$$

مثال : في محلول مائي مشبع من فوسفات الرصاص $Pb_3(PO_4)_2$ تركيز $[Pb^{2+}]$ = M 3×10^{-7} أحسب Ksp

الحل /

$$Pb_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3\,pb^{2+} + 2\,PO_4^{-3}$$

من اجل ايجاد تركيز $[PO4^{2-}]$ نستخدم العلاقة التاليه

$$\frac{[PO4]}{\text{عددمولات الايون}} = \frac{[Pb]}{\text{عددمولات الايون}} \Longleftarrow \frac{[PO4]}{2} = \frac{[3\times10^{-7}]}{3}$$

$$[PO_4^{2-}] = 2 \times 10^{-7}$$

$$Pb_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3\,pb^{2+} + 2\,PO_4^{-3}$$

$$3\times10^{-7} \qquad 2\times10^{-7}$$

$$Ksp = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{2-}]^2$$

$$Ksp = [3\times10^{-7}]^3 \times [2\times10^{-7}]^2 = 1 \times 10^{-33}$$

ثانيا : ايجاد الذوبانيه من Ksp

مثال 3 – 17 : ماهي الذوبانية المولارية لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ إذا علمت ان ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح $Ksp = 1.6 \times 10^{-8}$.

الحل /

$$PbSO_{4\,(S)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

$$\qquad\qquad S(mol/L) \qquad S(mol/L)$$

$Ksp = [Pb^{2+}][SO_4^{2-}]$

$Ksp = s \times s = s^2 = 1.6 \times 10^{-8}$

$S = \sqrt{1.6 \times 10^{-8}} = 1.26 \times 10^{-4}$ mol /L

فائده :

- **اذا ذكر في السؤال كتله الماده المذابه التي تلزم لاشباع لتر من المحلول فالذوبانيه هنا بدلاله g / L**

مثال :ما عدد غرامات كبريتات الرصاص($M_{PbSO_4} = 303$ g / mol)الازمه لاشباع لتر من الماء المقطر $Ksp=10^{-4}$

الحل /

$$PbSO_{4\,(S)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

$$\qquad\qquad S(mol/L) \qquad S(mol/L)$$

$Ksp = [Pb^{2+}][SO_4^{2-}]$

$Ksp = s \times s = s^2 = 1\times 10^{-8}$

$S = \sqrt{1.6 \times 10^{-8}} = 1. \times 10^{-4}$ mol /L

$$\text{S (mol / L) الذوبانيه المولاريه للملح} = \frac{\text{S (g / L) (الذوبانيه الغراميه)}}{\text{M (g / mol) الكتله الموليه للملح}}$$

g / L = S (mol / L) × (M (g / mol)

$= 1\times 10^{-4}$ mol / L × 303g /mol

$= 0.03$ g / L

واجب

تمرين 3- 16 : : وزاري 2013 ت اذا علمت أن لتراً واحداً من المحلول المشبع لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 (M = 332 g / mole) يحوي 0.0215 g من الملح، احسب ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح. ج/ 1.09×10^{-12}

تمرين 3- 17 : وزاري 2013 ت احسب الذوبانية المولارية و الذوبانية بدلالة (g / L) لملح كلوريد الفضة AgCl (M = 143.5 g / mole) في محلوله عند حالة الاتزان، اذا علمت ان $Ksp_{AgCl} = 1.8 \times 10^{-10}$. علما ان $\sqrt{1.8} = 1.34$ ج/ g / L 1.93×10^{-3}

س 3-9 : أكمل الفراغات في الجدول الاتي :

الملح	الذوبانية	K_{sp}	pK_{sp}
Ag_2S	(mole/L)	6×10^{-50}	
MgC_2O_4	(g/L)		4.06
Sb_2S_3	1.35×10^{-19} (mole/L)		
$ZnSO_4$	0.02(g/L)		

س 3-5 فرع 1 ان عدد مليغرامات يودات الباريوم (M = 487 g/mol و $Ksp = 1.57 \times 10^{-9}$) التي يمكن ان تذوب في 150 ml من الماء النقي هي أ – 34.4 mg ب– 44.4 mg ج/ 53.4 mg

---

س 3-20 :ما عدد غرامات ملح كرومات الفضة Ag_2CrO_4 (M=332 g/mole) التي يمكن أن تذوب في 100mL من الماء المقطر؟علما بأن $K_{sp}=1.1\times 10^{-12}$ و $\sqrt[3]{275} = 6.51$ ج: 2.161×10^{-3} g

---

س 3 -27: وزاري 2016ت احسب الذوبانية المولارية S (التركيز المولاري للأيونات الناتجة من تفكك هيدروكسيد الخارصين عند حالة الاتزان) والذوبانية بدلالة (g/L) لهيدروكسيد الخارصين ($Zn(OH)_2$) (M= 99.4 g/mole) اذا علمت ان $K_{sp}(Zn(OH)_2) = 1.2\times 10^{-17}$ علما بأن $\sqrt[3]{3} = 1.44$ ج/ 1.43×10^{-6} M : 1.42×10^{-4} g / L

س واجب : أحسب ثابت حاصل الذوبان Ksp لملح يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ اذا علمت ان لتر واحد من المحلول المائي المشبع يحتوي على 3.9×10^{-5} منه ج/ 2.4×10^{-13}

س وزاري: أضيف 0.01M من MgF_2 الشحيح الذوبان في الماء المقطر وكان حاصل الذوبان له يساوي 4×10^{-9} احسب عدد مولات MgF_2 غير الذائبه م / n (الاصلي) n = (غير الذائبه) + n (الذائب) ج/ 0.009 mol

مقياس حاصل الذوبان KSP

1 - يُعَدُّ ثابت حاصل الاذابة Ksp مقياس لمدى ذوبانية المركبات شحيحة الذوبان (علل)

ج / لان حاصل الذوبان يتناسب طرديا مع ذوبانية الماده

س : بين حسابيا اي من المادتين أكثر قابلية على الذوبان في الماء $BaSO_4$ أم Ag_2CO_3

علما $Ksp_{BaSO_4} = 1 \times 10^{-10}$, $Ksp_{Ag_2CO_3} = 4 \times 10^{-12}$

الحل /

نجد الذوبانية المولارية لـ$BaSO_4$	نجد الذوبانية المولارية ل Ag_2CO_3
$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$ S S $Ksp = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}]$ $Ksp = s \times s = s^2 = 1.6 \times 10^{-8}$ $S = \sqrt{1 \times 10^{-10}} = 1 \times 10^{-5}$ mol /L	$Ag_2CO_3 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CO_3^{2-}$ $Ksp = [Ag^+]^2 \times [CO_3^{2-}]$ $Ksp = [2S]^2 \times S$ $4 \times 10^{-12} = 4S^3 \Rightarrow S^3 = \frac{4 \times 10^{-12}}{4} = 1 \times 10^{-12}$ $S = \sqrt[3]{1 \times 10^{-12}} = 1 \times 10^{-4}$

نلاحظ ان ذوبانية Ag_2CO_3 اكبر من ذوبانية $BaSO_4$ في الماء

2 – يعد ثابت حاصل الذوبان Ksp مقياس لعمليات الترسيب (علل)

ج/من معرفة قيم حاصل الإذابة نعرف على مراحل عملية الترسيب للمواد ومدى اكتمال ترسيب مادة معينة من عدمه.

حاصل التركيز الايوني (Qsp) : هو مقدار يساوي حاصل ضرب تراكيز الايونات في المحلول كل منها مرفوع الى اس يمثل معامل الايون في معادله توازن الذوبان

$$AB_{(S)} \underset{\text{سرعه ترسيب}}{\overset{\text{سرعه ذوبان}}{\rightleftharpoons}} A^+ + B^-$$

علاقه حاصل الاذابة KSP مع حاصل التركيز الايوني

حاصل التركيز الايوني(Qsp) > Ksp (تحدث عمليه ترسيب)

س : كيف يمكن ان تحدث عملية الترسيب

ج / عندما يكون تركيز الايونات في المحلول أكبر من تركيزها المتكونة في المحلول المشبع وهنا تنفصل الايونات عن المحلول على شكل مادة صلبة(راسب) (يعتبر المحلول في حاله فوق اشباع)

حاصل التركيز الايوني(Qsp) < Ksp (لا تحدث عمليه ترسيب "تحصل أذابة")

(المحلول غيرمشبع) تبدأعملية ذوبان جزيئات الراسب بغيه الوصول الى حاله اتزان(حاله أشباع) وبالتالي لايحصل راسب

Ksp = حاصل التركيز الايوني (Qsp) محلول مشبع (حاله أتزان)

عندمايتساوى ثابت حاصل الإذابة مع حاصل ضرب التراكيز فإن المحلول يصبح مشبعاً (متوازنا)
وهذا يعني الوصول الى حالة اتزان بين عمليتي ذوبان الراسب وإعادة ترسيبه.

> **ملاحظه : عندما يكون المطلوب في السؤال هل يحصل ترسيب ام ذوبان ام المحلول مشبع نتبع الخطوات التاليه :**
> **1 – يجب ان تكون قيمه Ksp معلومه (ونستخرجها عندما تكون مجهوله) ثم نجد الحاصل الايوني ونقان بينهما**
> **2- اذاطلب قيمه تركيز ايون يلزم تواجده في محلول لبدء عمليه ترسيب فاننا نجد قيمه تركيزه عند حاله الاتزان وهذه القيمه ستمثل ادنى تركيز عند تجاوزها تبدء عمليه الترسيب (تمرين 3- 18)**
> **3 – نستخدم تركيز الايون المعطى في السؤال دون الاعتماد على عدد مولاته في المعادله الكيميائيه المزونه معلوما كان ام مجهولا (مثال 3 – 19) و س 3- 29 :**

مثال 3 – 19 : اذا علمت ان تركيز ايون الفلوريد F^- في محلول يساوي 2×10^{-2} Mاحسب ادنى تركيز من ايون الكالسيوم يكون لازماً وجوده في المحلول لبدء ترسب ملح فلوريد الكالسيوم $Ksp = 4.9 \times 10^{-11}$

الحل /في لحظه الترسيب Qsp (حاصل التركيز الايوني) = Ksp

$$CaF_{2\,(S)} \underset{\text{سرعه الترسيب}}{\overset{\text{سرعه الذوبان}}{\rightleftharpoons}} Ca^{2+}{}_{(aq)} + 2F^-{}_{(aq)}$$

$Ksp = [Ca]\ [F]^2$

$Ksp = (X) \times (2 \times 10^{-2}\ M)^2$

$4.9 \times 10^{-11} = (X) \times (2 \times 10^{-2}\ M)^2$

$[Ca^{2+}] = X = 1.23 \times 10^{-7}$ M

س : وزاري 2015 (خارج العراق) : أذا علمت ان الذوبانية المولارية لكبريتات الباريوم ($BaSO_4$) في محلولها المائي المشبع يساوي 1×10^{-5} M . هل تتوقع ان تترسب كبريتات الباريوم في محلول يحتوي على$[Ba^{2+}] = 0.01M$ و $[SO_4^{2-}] = 0.0002M$ وضح ذلك

الحل

$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^+ + SO_4^{2-}$

S   S

10^{-5} 10^{-5}

$Ksp = [Ba^+]\ [SO_4^{2-}] = 10^{-5} \times 10^{-5} = 10^{-10}$

ولتحديد هل يحصل ترسيب ام لا للمحلول الاخر

نحسب الحاصل الايوني Qsp

$Q\,sp = [Ba^+]\ [SO_4^{2-}] = 10^{-2} \times 2 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-6}$

اذن يحصل ترسيب $Ksp < Qsp$

تمرين 3- 18: : وزاري 2014 / 2 ما هي اقل دالة حامضية (PH) لمحلول يحوي ايون الحديد (III) بتركيز يساوي 2×10^{-10} M التي اذا تم الوصول او تجاوزها يبدأ راسب هيدروكسيدالحديد (III) بالظهور في المحلول علما ان Ksp لهيدروكسيدالحديد (III) = 5×10^{-38} علما ان log 5 = 0.7 و log 1.587 = 0.201 و log 6.3 = 0.8 و $6.3 = \sqrt[3]{250}$ ج / **4.799**

س 3- 29 : : وزاري 2013 ان تركيز أيون الكالسيوم (M=40 g/mole) في بلازما الدم يساوي 0.1 g/L,فأذا كان تركيز أيون الأوكزالات فيه يساوي 1×10^{-7} M,هل تتوقع ان تترسب أوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 (Pk_{SP}=8.64) علما Log 2.24 = 0.36

ج / لايحصل ترسيب

س واجب ت : ذوبانية AgCl في محلوله المائي المشبع 1.34×10^{-5} أحسب

1 – ذوبانيته في 0. 1M من $CaCl_2$

2 – بين هل يترسب AgCl في محلول يحتوي على أيونات Ag^+ , Cl^- كلا منهما بتركيز 1×10^{-6} ولماذا ؟

ج / 1- 9×10^{-10} 2 - لايترسب

س واجب ت: هل يتكون راسب عند مزج 10 ml من 0.01 M يحتوي أيونات SO_4^{2-} و 10 ml من 0.001 M محلول يحتوي أيونات Ba^{2+} علما Ksp ($BaSO_4$) = 1.6×10^{-10}

ج / يتكون راسب

س وزاري : ذوبانيه AgI في محلولها المائي المشبع تساوي (10^{-8} M)هل يحصل ترسيب ام لا لمحلول اخر يحوي أيوناتAg^+ و I^- بتركيز(10^{-9} M) لكل منهما

ج / لايحصل ترسيب

س وزاري: حاصل الاذابه ل CaF_2 = 3.2×10^{-11} جد [F^-] في محلولها المائي المشبع ثم بين هل يحصل ترسيب لهذه الماده عند وجود محلول يحتوي ايونات Ca^{+2} بتركيز 2×10^{-3} M وايونات F^- بتركيز10^{-3} M ولماذا ج / (Q_{SP}) < Ksp

---

س وزاري : وجد ان ذوبانيه Ag_2CO_3 (M=276g/mol) في الماء تساوي276×10^{-4} g/L بين هل تترسب كاربونات الفضه في محلول يحتوي على 10^{-6} M من ايون CO_3^{2-} عندما يضاف الى لتر منه 0.1 mol من نترات الفضه $AgNO_3$ ج / نعم تترسب

العوامل المؤثرة على الذوبانية

هناك عدد كبير من العوامل التي تؤثر على ذوبانية الرواسب(تسبب في زيادتها او نقصانها)، ومن اهم تلك العوامل هي درجة الحرارة و تأثير الايون المشترك و تاثير الاس الهيدروجيني PH

1 - تاثير درجة الحرارة

تزداد ذوبانية معظم المواد شحيحة الذوبان بزيادة درجة الحرارة ولكن يختلف مقدار هذه الزيادة من مادة الى اخرى.

علل : ان ذوبان أي ماده يصاحبها ارتفاع او انخفاض بدرجه حراره المحلول ؟

ج / بسب الفرق بين الطاقه الممتصه والطاقه المتحرره

ج / بسب الفرق بين الطاقه الممتصه والطاقه المتحرره

2 - تأثير الايون المشترك

س وزاري 2015/2 وضح تأثير الايون المشترك على الذوبانية

أن وجود ايونات مشتركة في المحلول تغير موضع الاتزان وتزداد سرعه التفاعل الخلفي (وذلك حسب قاعده لوشاتليه ا) لذا تقل ذوبانيه الالكتروليت الشحيح الذوبان ويزداد الترسيب في محلوله

(بسبب الايون المشترك) (QSP) < KSP (تحدث عمليه ترسيب)

س وزاري 2016/3 خ تقل قابليه ذوبان MgF_2 بوجود NaF

ج / وذلك لتكون ايون مشترك بينهما يزيد من سرعه التفاعل العكسي فيزداد ترسيب الملح شحيح الذوبان فتقل قابليه ذوبانه

$$MgF_2 \rightleftharpoons Mg + 2F$$

$$NaF \longrightarrow Na + F$$

س : مالذي تقترحه عمليا في ضوء فكره الايون المشترك لاتمام ترسيب ملح شحيح الذوبان من ملحه المشبع

ج / هو اضافه الكتروليت قوي تام التأين يشترك مع الملح بايون مشترك حيث تؤدي الى انخفاض ذوبانيه الملح الشحيح (زياده ترسيب الملح) بحيث يصبح حاصل ضرب تراكيز الايونات اكبر من ثابت حاص الاذابه

س وزاري : ناقش ما يحدث عند اذابه NH_4 Cl في محلول مشبع من AgCl

ج / يزداد تركيز الايون المشترك Cl^- في المحلول و تزداد سرعه التفاعل العكسي فيزداد ترسيب الملح شحيح الذوبان فتقل قابليه ذوبانه

حسابات ملح شحيح الذوبان بوجود ايون مشترك :

- تعتبر قيمه ثابت حاصل الذوبان للماده شحيحه الذوبان ثابته سواءكانت الماده في محلولها المائي اومحلول الايون المشترك
- ان ذوبانيه الماده شحيحه الذوبان في الماء اكبر من ذوبانيته بوجود الايون المشترك

الفرق بين قيمه ذوبانيه الماده في الماء وقيمتها بوجود الايون المشترك

1 - عدد مرات الانخفاض في الذوبانية = $\dfrac{\text{الذوبانيه المولاريه في الماء النقي}}{\text{الذوبانيه المولاريه في محلول الايون المشترك}}$

(عدد مرات الانخفاض) = $\dfrac{S}{Y}$

2 - الذوبانيه بوجود الايون المشترك = الذوبانيه المولايه في الماء النقي × (النسبه الذوبانيه للملح)

$Y = S \times \%$

قوانين متعلقه بالذوبانيه المولاريه بوجود الايون المشترك :

الزياده في الراسب (أو الانخفاض في قابليه الذوبان) = قابليه الذوبان في الماء – قابليه الذوبان بوجودالايون المشترك

عدد المولات المترسبه (غير الذائبه) = عدد المولات في المحلول المائي – عدد المولات في الايون المشترك

خطوات حل مسائل الايون المشترك :

1 – اكتب معادلات تفكك كل ماده موجوده في المحلول مع ادراج قيم تراكيز الايونات لكل ايون

نكتب سهمين $\rightleftharpoons$ للماده شحيحه الذوبان

وسهم $\longrightarrow$ للماده كثيره الذوبان (الكترولبت قوي عاده)

2 – اكتب علاقه ثابت الاتزان مع اهمال قيمه نركيز الايون القادم من الماده شحيحه الذوبان

3 – افرض ذوبانيه الملح في الماء تساوي S وبوجود الايون المشترك تساوي برمز اخر مثل Y اذا كانت غير معلومه

4 - قيمه Ksp للملح في المحلول المائي = قيمه Ksp في محلول الايون المشترك

5 - (بسبب الايون المشترك) (Qsp) > Ksp (تحدث عمليه ترسيب)

مثال 3 – 20 : ماهي الذوبانية المولارية لملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ ($Ksp = 1.57 \times 10^{-9}$)

أ - في الماء النقي، ب - في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز 0.02 mole / L ثم قارن النتائج.

الحل / أ- الملح الشحيح $Ba(IO_3)_2$ لوحده في المحلول المائي المشبع

$$Ba(IO_3)_{2\,(S)} \rightleftharpoons \underset{S}{Ba^{2+}_{(aq)}} + \underset{2S}{2\,IO^-_{3\,(aq)}}$$

$$Ksp = [Ba^{2+}][IO_3^-]^2 \Longrightarrow Ksp = [S]\,[2S]^2 = 1.57 \times 10^{-9}$$

$$4S^3 = 1.57 \times 10^{-9} \Longrightarrow S^3 = \frac{1.57 \times 10^{-9}}{4} = 0.39 \times 10^{-9}$$

$$S = \sqrt[3]{0.39 \times 10^{-9}} = 0.73 \times 10^{-3}\ mol/L$$

الذوبانية المولارية لـ $Ba(IO_3)_2$ في الماء النقي

ب – الملح الشحيح $Ba(IO_3)_2$ في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 (محلول ايون مشترك)

نفرض ان الذوبانية المولارية = Y (ايون مشترك)

$$Ba(IO_3)_{2\,(S)} \rightleftharpoons \underset{Y}{Ba^{2+}_{(aq)}} + \underset{2Y}{2\,IO^-_{3\,(aq)}}$$

$$K(IO_3)_{(S)} \longrightarrow \underset{0.02}{K^+_{(aq)}} + \underset{0.02}{IO^-_{3\,(aq)}}$$

$$Ksp = [Ba^{2+}][IO_3^-]^2$$

$$Ksp = [y]\,[0.02 + \underset{\text{تهمل}}{\underline{2Y}}]^2 = 1.57 \times 10^{-9}$$

$$1.57 \times 10^{-9} = [Ba^{2+}][IO_3^-]^2 = (y)\,(0.02)^2$$

$$y = \frac{1.57 \times 10^{-9}}{0.0004} \Longrightarrow y = 3.9 \times 10^{-6}\ mol/L$$

الذوبانيه في محلول الايون المشترك

عدد مرات الانخفاض(النسبه الذوبانيه للملح) = $\frac{\text{الذوبانيه المولاريه في الماء النقي}}{\text{الذوبانيه المولاريه في محلول الايون المشترك}} = \frac{7.3 \times 10^{-4}\ mol/L}{3.9 \times 10^{-6}\ mol/L} \approx \frac{187}{1}$

نلاحظ ان الذوبانيه المولاريه في محلول الايون المشترك اقل بكثير من الذوبانيه المولاريه في المحلول المائي لان الايون المشترك يعمل على خفض الذوبانيه لانه يسرع من التفاعل العكسي ويقلل من تفكك الالكتروليت الضعيف

س وزاري : أحسب قابليه ذوبان فلوريد المغنسيوم في محلول يحتوي على فلوريد الصوديوم بتركيز 0.1 M علما ان قيمه ثابت حاصل الذوبان له تساوي 6.4×10^{-9}

الحل / نفرض الذوبانيه المولاريه بوجود الايون المشترك = Y

$$MgF_{2\,(S)} \rightleftharpoons \underset{Y}{Mg^{+2}_{(aq)}} + \underset{2Y}{2F^-_{(aq)}}$$

$$NaF \longrightarrow \underset{0.1}{Na^+_{(aq)}} + \underset{0.1}{F^-}$$

$$Ksp = [Y] \times [2Y + 0.1]^2$$

$$Ksp = [Y] \times [\underset{\text{تهمل}}{\underline{2Y}} + 0.1]^2$$

$$6.4 \times 10^{-9} = Y \times 10^{-2}$$

$$(Y) = 6.4 \times 10^{-7}\ mol/L$$

الذوبانيه في محلول الايون المشترك

س : وزاري 2014/3 - 2016/2 : اذا علمت ان الذوبانيه المولاريه لكرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلوله المائي المشبع يساوي 1.2×10^{-5} ما عدد مولات كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 التي يجب اضافتها الى لتر من المحلول لجعل تركيز ايونات الباريوم تساوي 1.44×10^{-8} M

الحل /

$$BaCrO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+} + CrO_4^{2-}$$
S S

$Ksp = [Ba^{2+}][CrO_4^{2-}]$

$Ksp = [S] \times [S]$

$Ksp = [1.2 \times 10^{-5}] \times [1.2 \times 10^{-5}]$

$Ksp = 1.44 \times 10^{-10}$

$$BaCrO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{2+} + CrO_4^{2-}$$
1.44×10^{-8} Y

$$K_2CrO_{4(s)} \longrightarrow 2K^{+} + CrO_4^{2-}$$
Z 0 0

0 2Z Z

$Ksp = [Ba^{2+}][CrO_4^{2-}]$

$1.44 \times 10^{-10} = [1.44 \times 10^{-8}] \; [Z + \underline{Y}]$

تهمل

$Z = \frac{1.44 \times 10^{-10}}{1.44 \times 10^{-8}} = 0.01$ mol   V = 1 L

س وزاري 2016 : ما ذوبانية كبريتات الرصاص الرصاص $PbSO_4$

1 – في المحلول المائي المشبع (الماء النقي) 2 - بعد اضافة 2 ml من Na_2SO_4 تركيزه (10 M) الى لتر من المحلول المشبع منه علما ان $Ksp\ (PbSO_4) = 1.6 \times 10^{-8}$ و $\sqrt{1.6} = 1.26$

الحل /

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{2+} + SO_4^{2-}$$
S S

$Ksp = [Pb^{2+}][SO_4^{2-}]$

$Ksp = S \times S = S^2$

$S^2 = 1.6 \times 10^{-8} \Rightarrow S = 1.2 \times 10^{-4}$ قابلية الذوبان في المحلول المائي المشبع

ب – بعد أضافة 2ml من Na_2SO_4 تركيزه 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه (علاقة تخفيف)

$M_{H_2SO_4} \times V = M \times V \Rightarrow M = \frac{10\ M \times 0.001\ L}{1\ L} = 0.02$

$$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{2+} + SO_4^{-}$$
Y Y

$$Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na^{+} + SO_4^{-}$$
2×0.02 0.02

$Ksp = [Pb^{2+}][SO_4^{2-}]$

$1.6 \times 10^{-8} = [Y] \times [\underline{Y} + 0.02]$

تهمل

$Y = \frac{1.6 \times 10^{-8}}{2 \times 10^{-2}} = 0.8 \times 10^{-6}$ ذوبانيه $Pb\ SO_4$ في محلول الايون المشترك

تمرين 3- 19 : قيمة ثابت حاصل الاذابة لملح فلوريد المغنيسيوم MgF_2 تساوي $Ksp = 6.5 \times 10^{-9}$
أ - الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي،
ب -احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF الكتروليت قوي) تركيزه 0.1 mole / L ثم قارن النتيجتين. ج / أ - 1.18×10^{-3} ب - 6.5×10^{-7}

س 3 - 15 : ما ذوبانيه $BaSO_4$ في محلول مائي مشبع منه علما بان $Ksp = 1.6 \times 10^{-10}$ وما ذوبانيته بعد أضافه 1ml من H_2SO_4 تركيزه 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه ج / 1.6×10^{-8} mol / L / 1.26×10^{-5} mol / L

س 3 – 19: وزاري 2014 ت أحسب الذوبانيه المولاريه (mol /L) والذوبانيه بدلاله (g/ L) لملح كبريتات الفضه Ag_2SO_4 في : أ- في الماء النقي ب – محلول 0.15 كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 ($PK_{sp} = 4.92$ / M= 314 g /mol)
علما $1.2 = 0.08$ $\log^{-1}$ ج / أ- المولاريه (mol /L) 0.014 المولاريه (g /L) 4.3 / ب- 4.4×10^{-3} / 1.38 g/L

س 3-21 :ما ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ (الكتروليت قوي) يساوي 0.1 M ؟ اذا علمت ان $K_{sp}(BaCrO_4) = 1.2 \times 10^{-10}$ ج / $S^- = 1.2 \times 10^{-9}$ mol / l

س واجب ت : الذوبانية المولارية $Pb(IO_3)_2$ في محلول 0.1 M من $NaIO_3$ تساوي 2.4×10^{-11} أحسب الذوبانية المولارية ل $Pb(IO_3)_2$ في محلوله المائي المشبع علما $\sqrt[3]{60} = 3.9$ ج / 3.9×10^{-5} M

أسئله وزارية :

س وزاري - 2015 (تمهيدي): ذوبانيه $BaSO_4$ في محلوله المائي المشبع 1×10^{-4} M كم مليلتر من حامض الكبريتيك بتركيز 10M الذي يجب اضافته الى لتر من المحلول لجعل ذوبانيته 10^{-6} M ج / V = 1ml

س وزاري 2015 : أذا علمت ان قابلية ذوبان ملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ في الماء النقي تساوي 3.9×10^{-4} ml / L في الماء النقي أحسب قابلية ذوبانه في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز 0.02 mole / L ج/ $S = 59.3 \times 10^{-8}$ mol/ L

س وزاري2/ 2015 (خارج العراق) : أذا علمت ان الذوبانية المولارية لملح فلوريد المغنيسيوم MgF_2 في الماء النقي،هي 1.18×10^{-3} .احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديومNaF تركيزه 0.1M ج/ 6.5×10^{-7}

س وزاري 2016 / 3 (خ) : أذا كانت الذوبانيةل AgI تساوي 0.00235 g/L (كتلته المولية = 235 g/mol) أحسب تركيز ملح يوديد الصوديوم NaI الواجب أضافته لجعل الذوبانية المولارية تساوي (1×10^{-9} mol /L)

س وزاري 2017 ت: ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مائي مشبع تساوي 1.26×10^{-5} أحسب ذوبانيتها بعد أضافه 2ml من H_2SO_4 تركيزه (5M) الى لتر من المحلول المشبع منه ج / 1.6×10^{-8} mol / L

س وزاري : اذا كانت قابليه ذوبان كبريتات الباريوم = 0.0091 g/ L في 25°C احسب قابليه ذوبانه في محلول 0.01 M من كبريتات الصوديوم $M_{BaSO_4} = 233$ g ج / S = 16×10^{-8} mol / L

س وزاي: ما مقدار فلوريد الكالسيوم المذاب في محلول يحتوي على فلوريد البوتاسيوم بتركيز 0.01 M علما ان ثابت حاصل الذوبان ل $CaF_2 = 3.4 \times 10^{-11}$ و $M_{CaF_2} = 87$ g / mol ج/ $S^- = 2652 \times 10^{-8}$ mol / L

س وزاي: ما عدد مولات Na Fاللازم اضافتها الى لتر من المحلول المائي ل MgF_2 لترسيب 84×10^{-5} mol من MgF_2 علما ان قابليه ذوبان MgF_2 في محلوله المائي المشبع يساوي 0.001 M ج / n = 0.005 mol
م / nالمترسبه (غير الذائبه) = n (المحلول المائي)– n (الايون المشترك)

س وزاري : اذا علمت ان $[Ba^{2+}]$ في المحلول المائي المشبع ل $BaSO_4$ يساوي 10^{-5} M فما عدد مولات كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 اللازم اضافتها الى لتر من المحلول المائي لخفض $[Ba^{2+}]$ الى 10^{-8} M ج / 0.01 mol

س وزاري : اذا علمت ان قابليه ذوبان $PbSO_4$ في محلول 0.01 M Na_2SO_4 تنخفض بمقدار 100 مره عن قابليه ذوبانه في المحلول المائي المشبع احسب 1 – قابليتي الذوبان ل $PbSO_4$ موضحا سبب الاختلاف 2- قيمه ثابت حاصل الاذابه ل $PbSO_4$ ج / $Ksp = 10^{-8}$

س وزاي: أضيف 0.001 mol من كرومات الباريوم $BaCrO_4$ الى لتر من الماء المقطر فوجد ان 0.99×10^{-3} ماده غير ذائبه ما تركيز 1 ml من H_2SO_4 اللازم اضافته الى المحلول لخفض قابليه الذوبان 1000 مره ج / 10 M

س وزاي: اذا علمت ان تركيز ايونات الفلوريد F^- في المحلول المائي المشبع ل $MgF_2 = 2 \times 10^{-3}$ أحسب
1 – قابليه ذوبانه في محلول المشبع وقيمه ثابت حاصل الذوبان 2 – قابليه ذوبانه في محلول يحتوي على NaF بتركيز 0.1 M
3 – ناقش قابليه الذوبان مع بيان السبب ج / 1 - 4×10^{-9} 2 - 4×10^{-7}

س وزاري : اذا علمت ان $[Pb^{2+}]$ في المحلول المائي المشبع ليوديد الرصاص يساوي 10^{-3} M فما عدد مولات كبريتات البوتاسيوم KI اللازم اضافتها الى لتر من المحلول المائي لخفض $[Pb^{2+}]$ الى 10^{-5} M ج / 0.02

س وزاري: ما هوأعلى تركيز من SO_4 يلزم اضافته الى محلول 1L من 10^{-4} mol من $BaCl_2$ قبل ان يبدأ $BaSO_4$ بالترسيب علما ان قابليه ذوبان $BaSO_4$ في المحلول المائي المشبع 10^{-5} M ج / 1×10^{-6}

3- تأثير الاس الهيدروجيني :

تعتمد ذوبانية الكثير من المواد على تركيز ايون H^+ في المحلول، ومن اهم تلك المواد هي التي يشكل ايون الهيدروجين او ايون الهيدروكسيد احد مكوناتهاهي **الاملاح القاعديه (تعتبر مواد صلبه شحيحه الذوبان)**

هيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ و هيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ و هيدروكسيد الحديد(III) $Fe(OH)_3$

حيث يتغير مقدار ذوبانية هذه المواد أ - مع تغير قيمة PH للمحلول ب - ومن خلال تاثير الايون المشترك	$Mg(OH)_{2\,(S)} \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2\,OH^-$ $Ksp = [Mg^{2+}]\,[OH^{-2}]^2$ $Ksp = [\,S\,]\,[OH^{-2}]^2$ POH ⟷ PH المحلول

أ - فاضافة حامض (زيادة تركيز ايون H^+) الى المحلول المشبع لهذا المركب يؤدي الى اتحاد ايونات H^+ **مع ايونات الهيدروكسيد لتكوين جزيئات الماء** وهذا يؤدي الى اختلال في عملية الاتزان الممثلة بالمعادلة السابقة، ولتعويض النقص الحاصل في ايونات OH^- تتفكك مزيد من جزيئات المركب(اي زيادة ذوبانيته)

ب - اما عند اضافة قاعدة (ايونات OH^- الى المحلول المتزن لهذا المركب) يتكون ايون مشترك فان ذلك يؤدي الى أزاحه الاتزان نحو الملح الصلب وبالتالي تقليل الذوبانيه من خلال تاثير الايون المشترك (OH)

مثال 3 – 21 : : وزاري 2013 / 3احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم $Ksp = 1.8 \times 10^{-11}$ في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند pH= 10.5. علما ان log 3.2 = 0.5

الحل /

أ - يحسب تركيز أيون H^+ في المحلول المائي الذي درجة حموضته pH= 10.5 $pH = -\log[H^+]$ $[H^+] = 10^{-10.5} = 10^{-10.5} \times 10^{11} \times 10^{-11}$ $[H^+] = 10^{0.5} \times 10^{-11}$ $[H^+] = 3.2 \times 10^{-11}$ mol/L	**ب - ثم يحسب بعد ذلك تركيز أيون [OH] في المحلول.** $[OH] = \frac{Kw}{[H^+]} = \frac{1\times 10^{-14}}{3.2\times 10^{-11}}$ $[OH] = 3.2 \times 10^{-4}$

وبما ان قيمه [OH] في المحلول قد ثبتت عن 3.2×10^{-8} لذلك يمكن حساب تركيز $[Mg^{2+}]$ في المحلول

$$Mg(OH)_{2\,(S)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

S $\qquad 3.2 \times 10^{-4}$ M

$Ksp = [Mg^{2+}]\,[OH^{-2}]^2$

$1.8 \times 10^{-11} = [S]\,(3.2 \times 10^{-4})^2$

$S = \frac{1.8\times10^{-11}}{(3.2\times10^{-4})^2} = \frac{18\times10^{-12}}{10.2\times10^{-8}} = 1.9\times 10^{-4}$ mol / L

$S = \frac{[Mg^{2+}]}{\text{عدد المولات}}$

$S = \frac{[Mg^{2+}]}{1}$

$S = [Mg^{2+}]$

تمرين 3 -20 : : وزاري 2013 /2 احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول ثبتت حامضيته عند (أ) PH=6 (ب) PH =9.0 اذا علـــــــــــــمت ان $Ksp\ (Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17}$ ثم ناقش النتائج

ج: أ- 0.12M $\qquad$ ب- 1.2×10^{-7}

س واجب ت: الاس الهيدروجيني لمحلول مشبع $Fe(OH)_2$ يساوي 9.5 أحسب ذوبانيته في محلول ثبتت حامضيته عند PH = 10 ؟ علما log 3.2 = 0.5

ج / $S = 1.35\times10^{-6}$ M

علل / تزداد ذوبانية القاعدة شحيحة الذوبان عند اضافة محلول حامضي اليها

س وزاري : قابليه ذوبان ملح كبريتات الرصاص في محلوله المائي المشبع 1×10^{-4} M بين كم مل من حامض الكبريتيك بتركيز 10 M يجب اضافته الى لتر من المحلول لجعل قابليه ذوبانه 1×10^{-6} M ثم احسب PH المحلول ج / V = 1 mL

س وزاري: اذا علمت ان قابليه ذوبان $PbSO_4$ في محلول حامض الكبريتيك دالته الحامضيه تساوي 1.7 هي 0.01 من قابليه ذوبانها في الماء المقطر جد عدد غرامات الملح الازمه لاشباع لتر من الماء المقطر علما ان M_{PbSO_4} = 303g /mol علما ان log 2 = 0.3 ج / 0.0303 g

س وزاري : محلول مشبع لهيدروكسيد الخارصين الاس الهيدروجيني له = 9 في درجه حراره معينه جد عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم الواجب اضافتها للمحلول لتقليل ذوبان هيدروكسيد الخارصين بمقدار مئه مره n = 1× 10^{-4} mol

س وزاري: اذا علمت ان قابلية ذوبان $Fe(OH)_2$ في محلول NaOH تساوي 10^{-10} علما انه نفس مولات NaOH الموجودة في المحلول لو أضيفت الى 0.005 M من حامض الكبريتيك تم الحصول على محلول PH = 7 جد Ksp لمحلول $Fe(OH)_2$ ج/ 10^{-14}

س وزاري أثرائي: أحسب $[NH_4^+]$ الناتجة من NH_4Cl الازم لمنع ترسيب $Mg(OH)_2$ في لتر من محلول يحتوي على 0.01 M من الامونيا و 0.001 M من Mg^{+2} علما ان $Kb_{NH_3} = 1\times10^{-5}$ و $Ksp_{Mg(OH)_2} = 10^{-11}$ ج / $[NH_4^+] = 0.001$ M

الترسيب الانتقائي (للاطلا ع)

مفهوم الترسيب الانتقائي يستخدم في المحاليل التي تحوي على اكثر من ملح نحتاج الى ترسيب احداهما
اي ان مفهوم الترسيب الانتقائي مرتبط بالكيمياء التحليلة (التحليل النوعي)
أن الذي يترسب اولا هو الذي يحتاج الى اقل كمية من ايون المادة المرسبة

س : أضيف محلول هيدروكسيد الصوديوم ببطء الى محلول يحتوي على تراكيز مقدارها 0.1 M من نترات الفلزات (Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+}) ما هيدروكسيد الفلز الذي يترسب اولا أذا علمت

Ksp $Mg(OH)_2$ = 1.2×10^{-11} و Ksp $Fe(OH)_3$ = 4×10^{-38} و Ksp $Al(OH)_3$ = 2×10^{-33}

الحل /

$$NaOH \rightleftharpoons Na^{+} + OH^{-}$$

أن أضافة **هيدروكسيد الصوديوم** الى نترات الفلز تؤدي الى ترسيب هيدروكسيد الفلز
ان هيدروكسيد الفلز الذي يترسب اولا هو الذي يحتاج الى اقل كمية من ايون الهيدروكسيد الذي يأتي من هيدروكسيد الصوديوم

$Mg(OH)_3 \rightleftharpoons Mg^{2+} + 3OH^-$ 0.1 ? **نحسب $[OH^-]$ اللازم لترسيب $Mg(OH)_2$** Ksp = $[Mg^{2+}][OH^-]^2$ 1.2×10^{-11} = $[0.1][OH^-]^2$ $[OH]^2 = \frac{1.2 \times 10^{-11}}{0.1}$ $[OH]^2 = 1.2 \times 10^{-10}$ $[OH] = \sqrt[2]{1.2 \times 10^{-10}}$ $[OH] = 1.1 \times 10^{-5}$	$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{3+} + 3OH^-$ 0.1 ? **نحسب $[OH^-]$ اللازم لترسيب $Fe(OH)_3$** Ksp = $[Fe^{3+}][OH^-]^3$ 2×10^{-33} = $[0.1][OH^-]^3$ $[OH]^3 = \frac{4 \times 10^{-38}}{0.1}$ $[OH]^3 = 4 \times 10^{-37}$ $[OH] = \sqrt[3]{0.4 \times 10^{-36}}$ $[OH] = 1.2 \times 10^{-12}$	$Al(OH)_3 \rightleftharpoons Al^{3+} + 3OH^-$ 0.1 ? **نحسب $[OH^-]$ اللازم لترسيب $Al(OH)_3$** Ksp = $[Al^{3+}][OH^-]^3$ 2×10^{-33} = $[0.1][OH^-]^3$ $[OH]^3 = \frac{2 \times 10^{-33}}{0.1}$ $[OH]^3 = 2 \times 10^{-32}$ $[OH] = \sqrt[3]{20 \times 10^{-33}}$ $[OH] = 2.7 \times 10^{-11}$

يتضح من التراكيز المحسوبة ان $Fe(OH)_3$ هو الذي يترسب اولا لانه يحتاج اقل كمية من ايون $[OH^-]$
أو $Fe(OH)_3$ هو الذي يترسب اولا لانه يحتاج اقل كمية من ايون $[OH^-]$

س واجب ت : لتر من محلول يحتوي 0.01M من كل من ايونات Ba^{2+} و Sr^{2+} أضيفت اليه كمية من Na_2SO_4 الصلب . أيهما يترسب أولا $BaSO_4$ ام $SrSO_4$ بين ذلك رياضيا ولماذا علما بان

Ksp ($SrSO_4$) = 3.8×10^{-7} ول Ksp ($BaSO_4$) = 1.6×10^{-10}

ج / $BaSO_4$ هو الذي يترسب اولا لانه يحتاج اقل كمية من ايون $[Ba^{2+}]$

مفاهيم أساسية

الالكتروليت
مادة يكون لمحلولها المائي او لمنصهرها قابلية على التوصيل الكهربائي وذلك لأحتوائه على ايونات.

الالكتروليت الضعيف
مادة تكون قابلية محلولها المائي المخفف للتوصيل الكهربائي ضعيفة.

الحامض الضعيف
حامض لايتأين بشكل تام في محلوله المائي.

القاعدة الضعيفة
قاعد لاتتأين بشكل تام في محلولها المائي.

حامض احادي البروتون
هو الحامض الذي ينتج كل جزيء منه بروتون واحد فقط عند تفككه في الماء ويمكن ان يكون هذا الحامض قوياً او ضعيفاً .ان هذا يعني ان كل جزيء منه يحوي ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأثر.

حامض متعدد البروتون وزاري2015
هو الحامض الذي يحوي اكثر من بروتون قابل للتأين على مراحل متعددة مثل H_3PO_4

التأين الذاتي للماء
هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزيء ماء الى جزيء آخر ويكون ناتج هذه العملية في الماء النقي تكون اعداد متساوية من ايونات الهيدرونيوم H_3O^+ وايونات الهيدروكسيد HO^-

الاس الهيدروجيني pH
هي طريقة ملائمة لقياس او للتعبير عن تركيز أيون الهيدروجين خصوصاً لتراكيز ايون الهيدروجين الصغيرة التي تكون قيمتها اصغر او تساوي 1 M بدلالة سالب لوغاريتم التركيز المولاري لايون الهيدروجين في المحلول، .ويرمز للناتج العددي لهذه القيم بالرمزpH

التمذوب
هي عملية تفاعل الصنف المذاب مع جزيئات المذيب.

التحلل المائي
هي عملية تفاعل الصنف المذاب مع جزيئات الماء وذلك عندما يكون الماء هو المذيب.

الايون المشترك وزاري2014 هو ايون ناتج من تفكك الكتروليت قوي يشابه احدايوني الالكتروليت الضعيف فعند أضافته الى الالكتروليت الضعيف يزيد من سرعه التفاعل الخلفي أي يقلل من تفكك الالكتروليت الضعيف

تأثير الايون المشترك
هي ظاهرة تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي احد ايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول.

درجة التفكك او درجة التأين وزاري2016
هي النسبة بين كمية الصنف المذاب المتفككة عند حالة الاتزان الى كمية الصنف المذاب الكلية.

محلول بفر وزاري2013
محلول مائي مكون من مزيج لحامض ضعيف مع احد املاحه(القاعدة القرينة للحامض الضعيف)او قاعدة ضعيفة مع احد املاحها(الحامض القرين للقاعدة الضعيفة)ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني (pH) عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي او قاعدة قوية اليه .

الذوبانية
هي عدد مولات المادة التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للمادة(اي عند حالة الاتزان بين المادة الصلبة ومحلول المادة.)

ثابت حاصل الذوبانية
هي الكمية الناتجة من حاصل ضرب التراكيز المولارية(عند حالة الاتزان) للايونات الناتجة من تفكك المادة شحيحة الذوبان كلاً مرفوع الى أُس مساواً لعدد المولات في المادة

تعاليل وأسئله مهمة

س وزاري 3/2016 : ينتج عن ذوبان الالكتروليتات القوية في الماء محاليل عالية التوصيل الكهربائي

ج / وذلك بسبب تفككها التام في محاليها المائية الى ايونات سالبة وموجبة

علل / يلاحظ ان المصباح المربوط في محلول مائي لحامض الخليك يضاء بشكل خافت

ج / لان المحلول المائي لحامض الخليك الكتروليت ضعيف أي ان المحلول يحوي عدد قليل من الايونات

علل / لايضاء المصباح المربوط في محلول ماء يحتوي سكر ج / لان المحلول المائي للسكر لايحوي أيونات

س / علام تعتمد قابلية المحلول الالكتروليتي للتوصيل الكهربائي

ج / أ- طبيعة الايونات المكونة له ب- وعلى تركيز الايونات فيه ج- اضافة الى درجة حرارة المحلول.

علل / أعتبار الماء أمفوتيريا بنظر برونشتد وزاري

ج / يسلك الماء حامض برونشتد عندما يهب بروتونا (H^+) متحولا الى OH^-

$$NH_{3\,(aq)} + H_2O_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-$$

يسلك الماء قاعده برونشتد عندما يتقبل بروتونا (H^+) متحولا الى H_3O^+

$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(aq)} \rightleftharpoons H_3O^+{}_{(aq)} + Cl^-$$

علل / تزداد درجه تأين الالكتروليت الضعيف عند التخفيف وزاري2013

ج / لان عمليه تخفيف المحلول تؤدي الى تقليل تركيز الايونات (المتفكك H^+ او OH^-) ولازالة عملية التخفيف (حسب قاعدة لو -شاتلية) يزداد (تفكك جزيئات الالكتروليت الضعيف) فتنقص كميتها وتزداد تركيز الايونات الناتجة من التفكك

وبما أن درجة التأين تتناسب طرديا مع تركيز المتأين لذا تزداد درجة التأين

علل / قيم ثوابت تفكك الاول اكبر من قيم ثوابت التفكك الثاني في محاليل الحوامض متعدده البروتون

ج / يعود السبب في ذلك الى نقصان قابلية الاصناف التي تحمل شحنة سالبة على فقدان بروتون موجب الشحنة بسبب ازدياد التجاذب الالكتروستاتيكي بين ايونات ذوات الشحنات المختلفة.

علل / المحلول المائي المخفف لNaCl متعادل ولايتحلل في الماء (لايتمذوب) وزاري2013

ج /وذلك لان ليس لايوناتها الموجبة ولا لايوناتها السالبة القابلية على التفاعل بشكل ملحوظ مع جزيئات الماء.(لانها قرائن ضعيفه)

علل / لماذا يكون المحلول المائي لخلات الصوديوم قاعديا

علل / الاملاح المشتقة من قواعد قوية وحومض الضعيفة ذات صفة قاعدية وزاري2013

ج / لانه عند عند اذابتها في الماء فانها تتأين بصوره تامه الى ايونات موجبه Na^+ (حامض قرين ضعيف) لايتحلل مائيا وايونات سالبه

$$CH_3COONa_{(S)} \xrightarrow{H_2O} Na^+ + CH_3COO^-$$

Na^+ : **حامض قرين (ضعيف)** — CH_3COO^- : **قاعده قرينه قويه**

$H_2O \rightleftharpoons OH^- + H^+$

$CH_3COO^- + H^+ \rightarrow CH_3COOH$

تعود للحامض الضعيف CH_3COO^- (قاعده قرينه قويه) التي تتفاعل (ايون H^+)لتتحررجزيئات الحامض CH_3COOHو أيونات OH^- ونتيجه لذلك تنقص كميه H^+ مما يجعل جزيئات H_2O تتأين لتعوض النقص مما يؤدي الى تكون زياده في كميه OH^-ويصبح المحلول قاعديا

علل : تكون المحاليل المائيه لاملاح الحوامض القويه والقواعد الضعيفه ذات صفه حامضيه وزاري2014

ج / لانه عند عند اذابتها في الماء فانها **تتأين بصوره تامه** الى ايونات سالبه وايونات موجبه (قرين قوي) التي تتفاعل مع ايون OH^-ونتيجه **لذلك تنقص كميه** OH^- مما يجعل جزيئات H_2O تتأين لتعوض النقص مما يؤدي الى تكون زياده في كميه $H_3O^+{}_{(aq)}$ الذي يعطي الصفه **الحامضيه**

$$(BH)A \rightarrow BH^+ + A^-$$

BH^+ : **حامض قرين قوي** — A^- : **قاعده قرينه ضعيفه**

$$BH^+ + OH^- \rightleftharpoons B^- + H_2O$$

علل / **تزداد PH الماء النقي عند أذابه ملح سيانيد البوتاسيوم**ج / بسبب قابلية الايون السالب للملح(العائد في الاصل للحامض الضعيف) على التفاعل مع الماء لتتحرر أيونات OH^-وبذلك يصبح $[H^+] < [OH^-]$

علل / يقوم الايون المشترك بتقليل حامضيه الحامض الضعيفج / عند أذابه ملح الحامض الضعيف في محلول الحامض الضعيف سوف يتكون ايون مشترك يعمل على تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف بينهما مما يؤدي الى زياده سرعه التفاعل العكسي

علل / كيف يمكن تقليل قاعديه محلول الامونيا NH_4OHج / وذلك باضافه ملحها اليها NH_4Cl حيث يتكون ايون مشترك بينهما يعمل على تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف يزيد من سرعه التفاعل العكسي فيزداد $[NH_4OH]$ ويقل تركيز $[OH]$

علل / عند اضافه كميه قليله من حامض قوي الى محلول يتكون من حامض ضعيف وملحه (ايون مشترك) فان الاضافه لاتؤدي الى زياده في تركيز ايون الهيدروجين ولاتؤدي الى انخفاض الداله الحامضيه

ج / لان الايون الهيدروجين الناتج من تفكك الحامض القوي لايبقى طليقا في المحلول بل يتفاعل مع ألايون السالب الناتج من تاين الملح لتكوين حامض ضعيف (قليل التفكك) وبذلك لاتنخفض قيمة PH المحلول بل تبقى ثابتة تقريبا

علل / عند اضافه كميه قليله من قاعده قويه الى محلول يتكون من قاعده ضعيفه وملحها (أيون مشترك)فان الاضافه لاتؤدي الى زياده في تركيز ايون الهيدروجين ولاتؤدي الى انخفاض الداله الحامضيه

ج / لان ايون الهيدروكسيد الناتج من تفكك القاعده القويه لايبقى طليقا في المحلول بل يتفاعل مع NH_4^+ الناتج من تاين ا لملح لتكوين قاعده ضعيف (قليله التفكك) وبذلك لاتنخفض قيمة PH المحلول بل تبقى ثابتة تقريبا

س وزاري 2015 (تمهيدي) : تزداد درجه تفكك HNO_2 باضافه الماء اليه وتقل باضافه KNO_2 اليه

ج / عند أضافة الماء يتم تخفيف المحلول مما يؤدي الى تقليل تركيز الايونات (المتفكك H^+ او OH^-) ولازالة عملية التخفيف (حسب قاعدة لو - شاتلية) يزداد (تفكك جزيئات الالكتروليت الضعيف) فتنقص كميتها وتزداد تركيز الايونات الناتجة من التفكك

وبما أن درجة التفكك تتناسب طرديا مع تركيز المتأين لذا تزداد درجة التفكك

وعند أضافة KNO_2 (ملح الحامض HNO_2) يتكون ايون مشترك بينهما يعمل على تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف حيث يزيد من سرعه التفاعل العكسي فيزداد تركيز $[HNO_2]$ ويقل تركيز الايون $[H^+]$ لذا تقل درجة التفكك لان درجة التفكك تتناسب طرديا مع $[H^+]$

س : ما تأثير اضافه كميه صغيرة من حامض قوي الى

(أ- الماء النقي ب ـ لمزيج حامض الخليك وخلات الصوديوم) على قيمه PH

ج / تسبب اضافة كمية صغيرة من حامض قوي **الى الماء النقي**الى تأين HCl و زيادة كبيرة في تركيز ايون H^+ اي نقصان في قيمة PH بينما لاتؤدي اضافة نفس الكمية من الحامض **لمزيج حامض الخليك وخلات الصوديوم**، الى زيادة ملحوظة في تركيز ايون H^+ لان هذا الايون لايبقى طليقا في المحلول لانه يتفاعل مع أيون الخلات CH_3COO^- الناتج من تاين خلات الصوديوم (ايون مشترك) فيترجح التفاعل العكسي ويتكوين حامض الخليك) ويكون H^+ المستهلك في التفاعل العكسي بقدر H^+ المضاف وبذلك لاتنخفض قيمة PH المحلول

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$$
$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

س : ما تأثير اضافه كميه صغيرة من قاعده قويه الى

(أ- الماء النقي ب ـ لمزيج حامض الخليك وخلات الصوديوم) على قيمه PH

س : عند اضافه كميه قليله من قاعده قويه الى محلول يتكون من حامض ضعيف وملحه فان الاضافه لاتؤدي الى زياده في تركيز ايون الهيدروكسيد ولاتؤدي الى انخفاض الداله الحامضيه

ج / عند اضافه كميه صغير من قاعده قويه الى كميه من الماءفان تركيز ايونات OH^- في المحلول الناتج سوف يزداد بشكل كبير بسبب تفكك القاعدة التام مايؤدي الى ارتفاع قيمة PH المحلول

.و عند اضافة نفس الكمية من القاعدة الى المزيج البفري (CH_3COOH مع CH_3COONa) فان ايونات OH^- الناتجة من تفكك القاعدة القوية لايمكنها البقاء في المحلول بل تتفاعل على الفور مع ايونات الهيدروجين الناتجة من تفكك حامض الخليك لتكوين الماء فينخفض$[H^+]$ وينحرف التوازن الى جهه اليمين فيزداد $[H^+]$ ا بقدر $[H^+]$ المتحد مع $[OH^-]$ وبذلك لن تتاثر قيمة PH هذا المزيج بشكل ملحوظ.

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$$
$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$
$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

علل / وزاري: عند أضافه قطرات من حامض الهيدروكلوريك الى محلول حامض البنزويك وبنزوات الصوديوم تتغير PH تغيرا طفيفا

ج / لان ايونات H الناتجه من تاين HCl تتحد مع ايون$C_6H_5COO^-$ وتكون زيادة من حامض البنزويك C_6H_5COOH وهو حامض ضعيف يؤدي زيادة تركيزه في المحلول اى زياده في تركيز $[H^+]$ والى نقصان صغيرفي قيمهPH

س : ناقش ما يحدث عند اذابه NH_4Cl في محلول مشبع من AgCl

ج / يزداد تركيز الايون المشترك Cl^- في المحلول و تزداد سرعه التفاعل العكسي فيزداد ترسيب الملح شحيح الذوبان فتقل قابليه ذوبانه

علل : وزاري 2016 / 2 تقل قابليه ذوبان CaF_2 عند اضافه NaF اليه

ج / وذلك لتكون ايون مشترك بينهما يزيد من سرعه التفاعل العكسي فيزداد ترسيب الملح شحيح الذوبان فتقل قابليه ذوبانه

$$CaF_2 \rightleftharpoons Ca + 2F$$
$$NaF \rightarrow Na + F$$

س ما تأثير الاس الهيدروجيني على الذوبانية

تعتمد ذوبانية الكثير من المواد على تركيز ايون H^+ في المحلول

أ ـ فاضافة حامض (زيادة تركيز ايون H^+) الى المحلول المشبع لهذا المركب يؤدي الى اتحاد ايونات H^+ مع ايونات الهيدروكسيد لتكوين جزيئات الماء وهذا يؤدي الى اختلال في عملية الاتزان الممثلة بالمعادلة السابقة، ولتعويض النقص الحاصل في ايونات OH^- تتفكك مزيد من جزيئات المركب(اي زيادة ذوبانيته)

ب ـ اما عند اضافة قاعدة (ايونات OH^- الى المحلول المتزن لهذا المركب) يتكون ايون مشترك فان ذلك يؤدي الى أزاحه الاتزان نحو الملح الصلب وبالتالي تقليل الذوبانيه من خلال تاثير الايون المشترك (OH)

القوانين الرئيسية

المحاليل	العلاقه الرياضيه
محاليل الحوامض الضعيفه	$HA_{(aq)} + H_2O_{(aq)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + A^-$ $Ka = \frac{[H_3O^+]\ [A^-]}{[HA]}$ **درجه التفكك(الحامض)** = تركيز ايون الهيدروجين ÷ التركيز لابتدائي للحامض
محاليل القواعد الضعيفه	$B_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons BH^+_{(aq)} + OH^-$ $Kb = \frac{[BH^+]\ [OH^-]}{[B]}$
التأين الذاتي للماء	$1 \times 10^{-14} = [H^+]\,[OH^-]$ 1 اذا كان - $[OH^-] = [H^+]$ **المحلول متعادل** 2 – اذا كان $[OH^-] < [H^+]$ **المحلول حامضي** 3 – اذا كان $[H^+] < [OH^-]$ **المحلول قاعدي**
الداله الحامضيه	$PH = -\log [H^+]$
الداله القاعديه	$POH = -\log [OH^-]$
قوانين التحلل المائي لملح مشتق من حامض ضعيف وقاعده قويه (ملح قاعدي التأثير)	$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$ $K_h = \frac{Kw}{Ka}$ $PH = \frac{1}{2}[pKw + pKa + \log c]$
قوانين التحلل المائي لملح مشتق من حامض قوي وقاعده ضعيفه (ملح حامضي)	$[H^+] = \sqrt{c \times \frac{Kw}{Kb}}$ $K_h = \frac{Kw}{Kb}$ $PH = \frac{1}{2}[\ pKw - pKb - \log c]$
قوانين المحاليل المنظمه (محلول بفر) : **1 – محلول الحامض الضعيف واحد املاحه**	$[H^+] = Ka \times \frac{[acid]}{[Salt]}$ $PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$
2– محلول القاعده الضعيفه واحد املاحها	$[OH^-] = K_b \times \frac{[Base]}{[Salt]}$ $POH = PK_b + \log \frac{[Salt]}{[Base]}$
القوانين المتعلق بمحاليل الحامض الضعيف وملحه بعد اضافه قليل من قاعده قويه اليه	أ – قانون المحلول $PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$ ب) الخطوه الثانيه ايجاد تركيز الحامض والملح بعد اضافه قاعده [acid] = (كميه الحامض – كميه القاعده المضافه) ÷ حجم الكلي المحلول [Salt] = (كميه الملح + كميه القاعده المضافه) ÷ حجم الكلي المحلول
محاليل الاملاح شحيحه الذوبان	$K_{SP} = [A^+]\ [B^-]$ **[الايون عند الاتزان] = الذوبانيه المولاريه للملح S× عدد مولات الايون** $S\ (mol/L) = \frac{S\,(g/L)}{M\ (g/mol)}$

مخططات

اذا كان المحلول ماده واحده

قاعدة	ملح	حامض
قويه – ضعيفه	متعادل – ملح قاعدي – ملح حامضي	قوي – ضعيف

حامض

1– الحامض القوي

(كل مركب يساره H)

لايجاد [H]

أ – حوامض أحاديه البروتون

$HNO_3 – HBr – HCl$

$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

Y 0 0

0 Y Y

$[H^+] = Y$

أ – حوامض ثنائيه البروتون

$H_2CrO_4 – H_2SO_4$

$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^-$

Y 0 0

0 2Y Y

$[H^+] = 2Y$

PH = - log [H]

علاقه التخفيف

(مركز) $M2\times V2$ = (مخفف) $M1 \times V1$

$\Delta PH = PH2 – PH1$ (7)

2 – الحامض الضعيف

أ-(كل مركب كاربوكسيلي نهايته COOH)

مثل CH_3COOH

ب – HNO_2 - H-F - HCN

ج – C_6H_5OH (الفينول)

لايجاد [H]

(حامض ضعيف) $HCN \rightarrow H^+ + CN^-$

Y 0 0

Y - X X X

تهمل

$Ka = \frac{[H]^2}{Y}$

درجة التفكك = $\frac{[H]^2 \text{ عند الاتزان}}{[HA]}$

علاقه التخفيف

عدد مرات التخفيف = $\frac{[HA] \text{ قبل التخفيف}}{[HA] \text{ بعد التخفيف}}$

PH = - log [H]

ملح

ماء + ملح ⟶ قاعده + حامض

1– الملح المتعادل

$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

حامض قوي – قاعده قويه – ملح متعادل

$[H^+] = [OH^-]$

PH = 7

2– الملح القاعدي

$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

حامض ضعيف – قاعده قويه – ملح قاعدي

يتم التعرف عليه

1 – صيغة الملح

2 - من خلال وجود او طلب Ka

3 - PH > 7

$$Kh = \frac{Kw}{Ka}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$$

$$PH = \frac{1}{2}[PK_w + PK_a + \log C]$$

3– الملح الحامضي

$HCl + NH_3 \rightarrow NH_4Cl$

حامض قوي – قاعده ضعيفه – ملح حامضي

يتم التعرف عليه

1 – صيغة الملح

2 - من خلال وجود او طلب Kb

3 - PH < 7

$$Kh = \frac{Kw}{Kb}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{C \times K_W}{Kb}}$$

$$PH = \frac{1}{2}[PK_w – PK_b - \log C]$$

قاعدة

1– القاعده القويه

(كل مركب يمينه O H)

لايجاد [OH]

أ – قواعد أحاديه الهيدروكسيد

KOH - NaOH

$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

Y 0 0

0 Y Y

[OH] = Y

أ – قواعد ثنائيه الهيدروكسيد

$Ba(OH)_2$ - $Ca(OH)_2$

$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^+ \; 2OH^-$

Y 0 0

0 Y 2Y

[OH] = 2Y

POH = - log [O H]

علاقه التخفيف

(مركز) $M2\times V2$ = (مخفف) $M1 \times V1$

$\Delta PH = PH2 – PH1$ (7)

2 – القاعده الضعيفه

(كل الامينات واهمها الامونيا NH_3)

$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$

Y 0 0

Y - X X X

تهمل

$Kb = \frac{[OH]^2}{Y}$

POH = - log [O H]

درجة التفكك = $\frac{[OH]^2 \text{ عند الاتزان}}{[NH3]}$

علاقه التخفيف

عدد مرات التخفيف = $\frac{[NH3] \text{ قبل التخفيف}}{[NH3] \text{ بعد التخفيف}}$

التاين الذاتي للماء

$$H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$K_w = [H^+][OH^-]$ أو $K_w = [H_3O^+][OH^-]$

$Kw = [1\times 10^{-7}][1\times 10^{-7}]$

$$1 \times 10^{-14} = [H^+][OH^-]$$

عند اضافه حامضا للماء النقي (محاليل الحامضيه)

فيكون $[OH^-] < [H^+]$

أي يكون $1 \times 10^{-7} < [H^+]$

ان اضافة قاعدة الى الماء (محاليل القاعديه)

فيكون $[H^+] < [OH^-]$

أي يكون $1 \times 10^{-7} < [OH^-]$

[OH-] — $[H][OH] = 1 \times 10^{-14}$ — [H+]

$PH = -\log [H^+]$

$POH = -\log [OH^-]$

POH — PH + POH = 14 — PH

PH [OH] — POH [H]

محلول لمادتين

- أيون مشترك
  - ايون مشترك (حامض ضعيف وملحه)
  - ايون مشترك (قاعده ضعيف وملحها)
- تفاعلات الاضافه (التعادل)
  - مزج حامض قوي وقاعده قويه
  - مزج حامض ضعيف وقاعده قويه
  - مزج حامض قوي وقاعده ضعيفه

==

محلول ألايون المشترك

أ ـ محلول لمادتين (الحامض الضعيف وملحه)

القوانين المتعلق بالحامض الضعيف وملحه :	
$[H^+] = Ka \times \frac{[acid]}{[Salt]}$ $PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$	H CN ← حامض ضعيف KCN ← ملح الحامض الضعيف

ب – القاعده الضعيفه وملحها قبل الاضافه

القوانين المتعلق بالقاعده الضعيفه وملحها :	
$[OH^-] = Kb \times \frac{[base]}{[Salt]}$ $POH = PK_b + \log \frac{[Salt]}{[base]}$	NH_3 ← قاعده ضعيفه NH_4Cl ← ملح القاعده الضعيفه

تفاعلات الاضافه (التعادل)

هي محاليل تنشأ عند أضافه ماده الى ماده اخرى لايحصل بينهما ايون مشترك نكتب معادله تفاعلهما ومن خلال ملاحظه

1- الماده الناتجه من التفاعل 2- والماده المتبقيه من التفاعل

يمكن التعرف على نوع المحاليل (وهي احدى المحاليل التي درسناها)

تطبق هذه الملاحظه

1- ماء + ملح متعادل ⟶ قاعده قويه + حامض قوي

أ- اذا كانت التراكيز (او الكميات) كلا من الحامض والقاعده **متساويه** فهاذا يعني استهلاك تام لكلاهما فان $PH = 7$

ب – في حاله التراكيز (او الكميات) المختلفه فان [H] او [OH] هو الذي يحدد الصفه الحامضيه او القاعديه

2 - لايكونان ايون مشترك ماء) + ملح قاعدي ⟶ قاعده قويه + حامض ضعيف)

أ- اذا كانت التراكيز (او الكميات) متساويه

اذن المتبقي في المحلول (ملح قاعدي) نطبق القوانين الخاصه بالاملاح القاعديه

ب- اذا كانت التراكيز (او الكميات) مختلفه

اذن المتبقي في المحلول الحامض الضعيف وملحه (ايون مشترك) نطبق القوانين الخاصه بالايون المشترك

3 - لايكونان ايون مشترك ماء) + ملح حامضي ⟶ قاعده ضعيفه + حامض قوي)

أ- اذا كانت التراكيز (او الكميات) متساويه

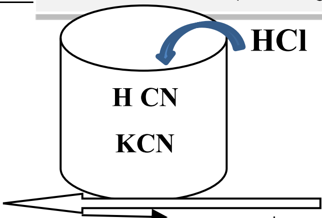
اذن المتبقي في المحلول (ملح حامضي) نطبق القوانين الخاصه بالاملاح الحامضيه

ب- اذا كانت التراكيز (او الكميات) مختلفه

اذن المتبقي في المحلول القاعده الضعيفه وملحها (ايون مشترك) نطبق القوانين الخاصه بالايون المشترك

محلول لثلاث مواد
(محلول بفر بعد الاضافة)

أ ـ الحامض الضعيف وملحه بعد الاضافه



$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$

$KCN \rightarrow K^+ + CN^-$

$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

القوانين المتعلق بالحامض الضعيف وملحه
بعد اضافه قليل من حامض قوي اليه

1- القوانين حسب الاجابة المعتمدة في الوزاري

$$PH = PK_a + \log \frac{[Salt]-[H]}{[acid]+[H]}$$

حيث $[H]$ = تركيز ايون H الناتج من تأين الحامض القوي

وهناك حالاتان لاستخراج [H]

أ – اذا كان الحامض المضاف ب بالحجم mL

(هنا تستخدم قوانين التخفيف $M1 \times V1 = M2 \times V2$)

ب – اذا كان الحامض المضاف كمية mol

$$[\,] = = \frac{n}{v_{\text{الكلي}}}$$

2- القوانين حسب المنهج المقرر

أ – قانون المحلول $PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$

ب)الخطوه الثانيه ايجاد تركيز الحامض والملح بعد اضافه حامض

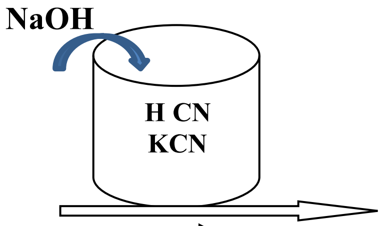
$$[\,acid\,] = \frac{\text{كمية الحامض + كميه الحامض المضاف}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[\,acid\,] = \frac{n_{acid} + n_H}{v_{\text{الكلي}}}$$

$$[\,Salt\,] = \frac{\text{كمية الملح – كميه الحامض المضاف}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[\,Salt\,] = \frac{n_{Salt} - n_H}{v_{\text{الكلي}}}$$

حيث $n = M \times V$



$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$

$KCN \rightarrow K^+ + CN^-$

$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$)

القوانين المتعلق بالحامض الضعيف وملحه
بعد اضافه قليل من قاعده قويه اليه

1- القوانين حسب الاجابة المعتمدة في الوزاري

$$PH = PK_a + \log \frac{[Salt]+[OH]}{[acid]-[OH]}$$

حيث $[OH]$ = تركيزايون OH الناتج من تأين القاعدة القوية

وهناك حالاتان لاستخراج [OH]

أ – اذا كان القاعدة المضافة ب بالحجم mL

(هنا تستخدم قوانين التخفيف $M1 \times V1 = M2 \times V2$)

ب – اذا كان القاعدة المضافة كمية mol

$$[\,] = = \frac{n}{v_{\text{الكلي}}}$$

2- القوانين حسب المنهج المقرر

أ – قانون المحلول $PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$

ب) الخطوه الثانيه ايجاد تركيز الحامض والملح بعد اضافه قاعده

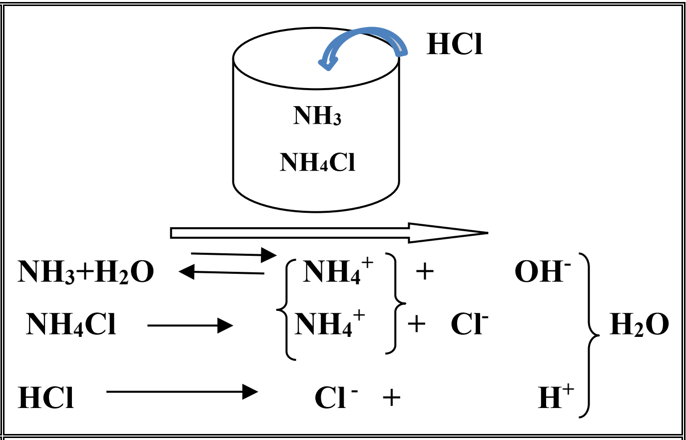
$$[\,acid\,] = \frac{\text{كمية الحامض – كميه القاعدة المضافه}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

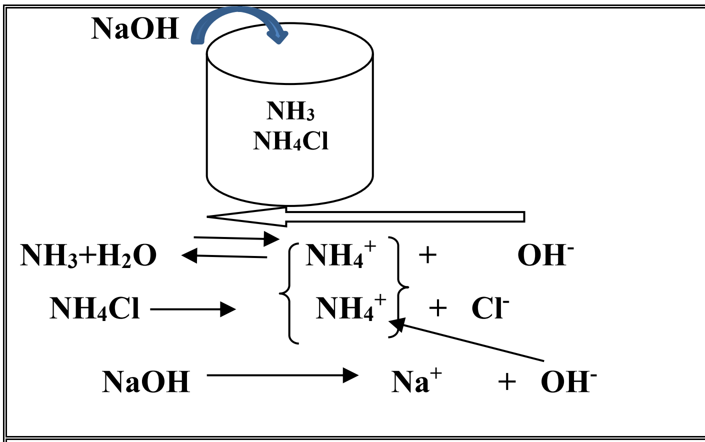
$$[\,acid\,] = \frac{n_{acid} - n_{OH}}{v_{\text{الكلي}}}$$

$$[\,Salt\,] = \frac{\text{كمية الملح + كميه القاعدة المضافه}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[\,Salt\,] = \frac{n_{Salt} + n_{OH}}{v_{\text{الكلي}}}$$

حيث $n = M \times V$





القوانين المتعلق بالقاعده الضعيفه وملحها
بعد اضافه قليل من حامض قوي اليه

1- القوانين حسب الاجابة المعتمدة في الوزاري

$$POH = PK_b + \log \frac{[Salt]+[H]}{[base]-[H]}$$

حيث [H] = تركيزايون H الناتج من تأين الحامض القوي

(هنا تستخدم قوانين التخفيف $M1 \times V1 = M2 \times V2$)

2- القوانين حسب المنهج المقرر

أ – قانون المحلول $POH = PK_b + \log \frac{[Salt]}{[base]}$

ب)الخطوه الثانيه ايجاد تركيزالقاعده والملح بعد اضافه حامض

$$[base] = \frac{\text{كميه القاعده} - \text{كميه الحامض المضاف}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[base] = \frac{n_{base} - n_H}{v_{\text{الكلي}}}$$

$$[Salt] = \frac{\text{كميه الملح} + \text{كميه الحامض المضاف}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[Salt] = \frac{n_{Salt} + n_H}{v_{\text{الكلي}}}$$

حيث $n = M \times V$

القوانين المتعلق بالقاعده الضعيفه وملحها
بعد اضافه قليل من قاعده قويه اليه

1- القوانين حسب الاجابة المعتمدة في الوزاري

$$POH = PK_b + \log \frac{[Salt]-[OH]}{[base]+[OH]}$$

حيث [OH] = تركيزايون OH الناتج من تأين القاعدة القوية

(هنا تستخدم قوانين التخفيف $M1 \times V1 = M2 \times V2$)

2- القوانين حسب المنهج المقرر

أ – قانون المحلول $POH = PK_b + \log \frac{[Salt]}{[base]}$

ب)الخطوه الثانيه ايجاد تركيزالقاعده والملح بعد اضافه قاعده

$$[base] = \frac{\text{كميه القاعده} + \text{كميه القاعده المضافه}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[base] = \frac{n_{base} + n_{OH}}{v_{\text{الكلي}}}$$

$$[Salt] = \frac{\text{كميه الملح} - \text{كميه القاعده القويه}}{\text{حجم الكلي المحلول}}$$

$$[Salt] = \frac{n_{Salt} - n_{OH}}{v_{\text{الكلي}}}$$

حيث $n = M \times V$

الاعداد الفني و الترتيب و الدزاين
الادمونة: مينا الاحمد
MENA AL-AHMED

الاملاح شحيحه الذوبان

الاملاح شحيحه الذوبان :

مواد شحيحة الذوبانتخضع عملية ذوبانها في الماء الى حالة اتزان تنشأ بين الجزء الصلب(غير الذائب أو غير المتفكك) وبين الايونات الناتجة من تفككها حيث يدعى هذا المحلول بالمحلول المشبع للمادة، ويعبر عن ثابت اتزانها K_{SP}

ويعبر عن K_{SP} بدلاله الذوبانيه S

S (الذوبانيه) ← S (mol / L) (الذوبانيه المولاريه) ، S (g / L) (الذوبانيه الغراميه)

$$S\ (mol/L) = \frac{S\ (g/L)}{M\ (g/mol)}$$

مثال :

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{2+} + SO_4^{2-}$$

S   S   S

[الايون] = S (mol / L) × عدد مولات الايون

$$Ksp = [Ba^{2+}] \times [SO_4^{2-}]$$
$$Ksp = S \times S = S^2$$

===

علاقه حاصل الاذابة KSP مع حاصل التركيز الايوني

$$AB_{(s)} \underset{\text{سرعه ترسيب}}{\overset{\text{سرعه ذوبان}}{\rightleftharpoons}} A^+ + B^-$$

حاصل التركيز الايوني(Q_{SP}) > K_{SP} (تحدث عمليه ترسيب)

حاصل التركيز الايوني(Q_{SP}) < K_{SP} (لا تحدث عمليه ترسيب "تحصل أذابه")

K_{SP} = حاصل التركيز الايوني (Q_{SP}) محلول مشبع (حاله أتزان)

مثال : ذوبانيه في الماء AgI تساوي (10^{-8} M) هل يحصل ترسيب ام لا لمحلول اخر يحوي أيونات Ag^+ و I^- بتركيز(10^{-9} M) لكل منهما

ولتحديد هل يحصل ترسيب ام لا للمحلول الاخر

نحسب الحاصل الايوني Qsp

الحل

$$AgI \rightleftharpoons Ag^+ + I^-$$

S   S

10^{-8} 10^{-8}

$$Ksp = [Ag^+]\ [I^-] = 10^{-8} \times 10^{-8} = 10^{-16}$$

$$Qsp = [Ag^+]\ [I^-] = 10^{-9} \times 10^{-9} = 10^{-18}$$

Ksp > Qsp

ثابت حاصل الاذابة   الحاصل الايوني

اذن لايحصل ترسيب

الذوبانيه في محلول الايون المشترك

س: أحسب قابليه ذوبان فلوريد المغنسيوم في محلول يحتوي على فلوريد الصوديوم بتركيز M 0. 1 علما ان قيمه ثابت حاصل الذوبان له تساوي 6.4×10^{-9}

الحل / نفرض الذوبانيه المولاريه بوجود الايون المشترك = Y

$$MgF_{2\ (S)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2F^-_{(aq)}$$

Y   2 Y

$$NaF \longrightarrow Na^+_{(aq)} + F^-$$

0.01   0.01

$$Ksp = [Y] \times [2Y + 0.1]^2$$
$$Ksp = [Y] \times [\underset{\text{تهمل}}{\underline{2Y}} + 0.1]^2$$
$$6.4 \times 10^{-9} = Y \times 10^{-2}$$
$$(Y) = 6.4 \times 10^{-7}\ mol/L$$

الذوبانيه في محلول الايون المشترك

تأثير الدالة الحامضيه في محلول الايون المشترك

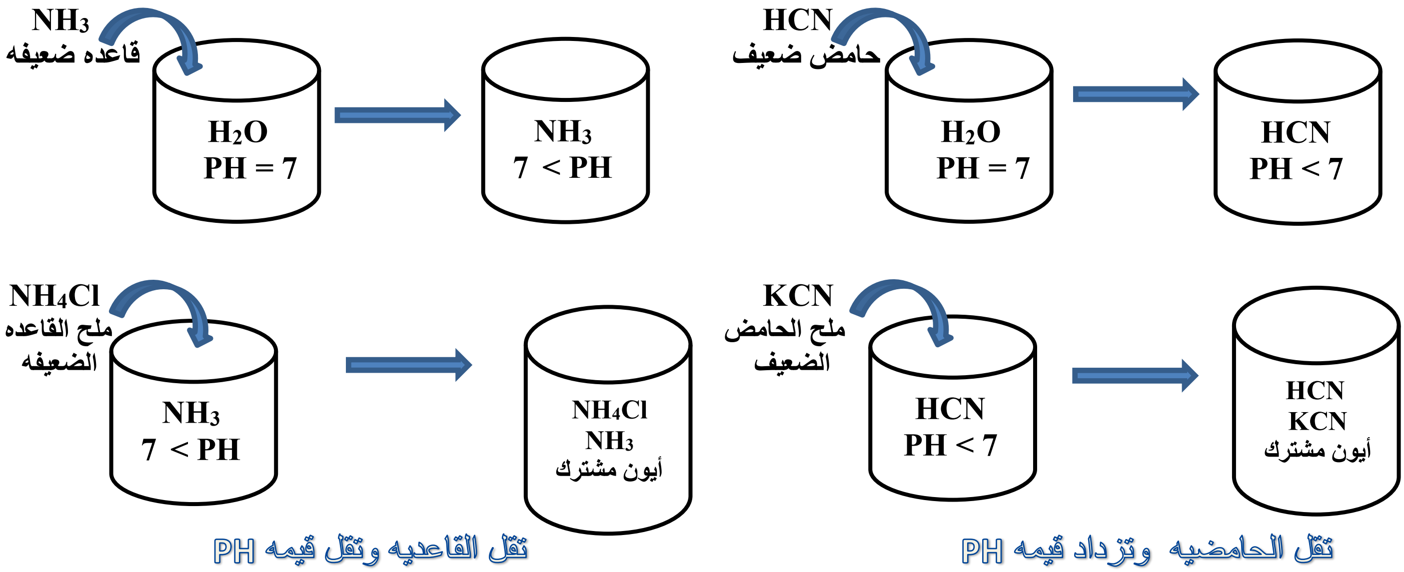
$$Mg(OH)_{2\ (S)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

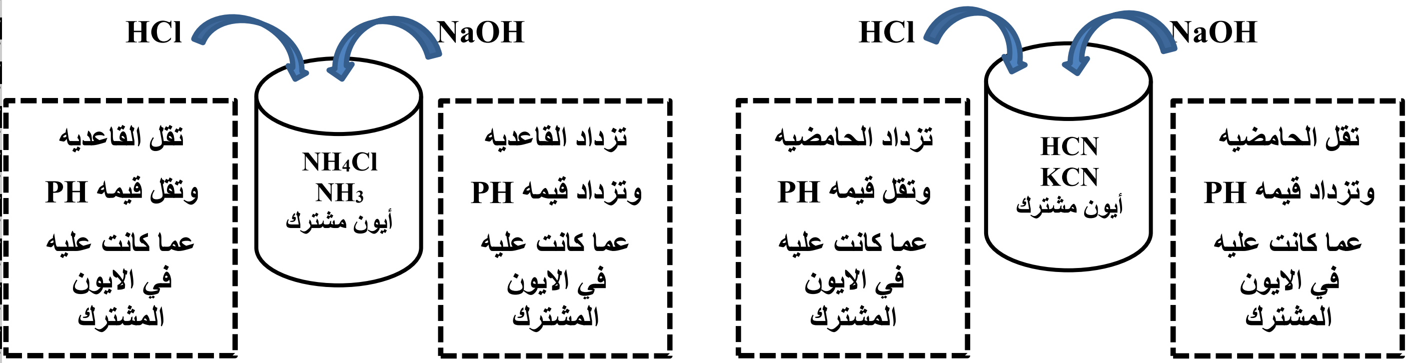
S   OH

$$Ksp = [Mg^{2+}]\ [OH^{-2}]^2$$
$$Ksp = [S]\ [OH^{-2}]^2$$

{ POH ⟷ PH } المحلول

تغير الداله الحامضيه حسب الاضافات





اسئله بكلوريا (الاتزان الايوني) حسب المنهج الجديد

1– الالكتروليتات: س وزاري 2013 خارج القطر :علام تعتمد قابلية المحلول الالكتروليتي للتوصيل الكهربائي
س وزاري 2014 (تمهيدي) : ما هي الصفات المميزه للالكتروليتات
س وزاري 3/2016 2017 ت: ينتج عن ذوبان الالكتروليتات القوية في الماء محاليل عالية التوصيل الكهربائي

---

2 – محاليل الحوامض والقواعد القويه

س : تمهيدي2013 : محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ بتركيز 0.05 M فان PH للمحلول = ------------

س : 2015 (خارج العراق)احسب قيمه PH للمحلول المائي$Ca(OH)_2$ تركيزه 0. 1 M علما أن log 2 =0.3 و log 5 = 0.7

س : 2015 (نازحين) : كم هي كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم (M=56 g/mole) اللازم اضافتها الى 400mL من الماء لتصبح قيمة PH المحلول الناتج تساوي 11 ؟

س وزاري 2016/2 محلول مائي ل $Ca(OH)_2$ تركيزه(0.05 M) فان قيمة PH له ---------------

س وزاري 2017 ت : عند اضافة (1ml) من NaOH تركيزه (0.1 M) الى لتر من الماء فان ΔPH يساوي ------------

---

3- محلول الحامض الضعيف والقاعده الضعيفه

(س وزاري 2013 / 3) تزداد درجه تأين الالكتروليت الضعيف عند التخفيف)

(س وزاري 2013 / 3) يتأين حامض الخليك في محلوله المائي ذو تركيز 0.01 M بمقدار 4.2% احسب ثابت تأين الحامض

س وزاري 2016 / 3 (خ): اكتب معادلات تفكك حامض الكبريتوز وحدد اي خطوه لها اكبر ثابت تفكك ولماذا

س وزاري 2017 ت / عرف درجة التاين

4- التأين الذاتي للماء

س : وزاري 2013 احسب تركيز ايونات الهيدروجين المائية في محلول يحتوي على ايونات الهيدروكسيد المائية بتراكيز0.01 M

---

5 – التمذوب والمحاليل المائيه للاملاح

س:وزاري2014 (تمهيدي) :عند اذابه املاح مشتقه من قواعد قويه وحوامض ضعيفه في الماءيكون المحلول الناتج ذات صفه قاعديه

س : وزاري 2013 (دور ثاني) علل :تكون المحاليل المائيه لاملاح الحوامض القويه والقواعد القويه متعادله

س : وزاري 2014 علل : تكون المحاليل المائيه لاملاح الحوامض القويه والقواعد الضعيفه ذات صفه حامضيه

س وزاري 2014 (تمهيدي) : أحسب قيمه POH لمحلول 0.5 M نترات الامونيوم علما ان log 5 = 0.7 و PKb = 4.74 للامونيا

س : وزاري 2016 : يكون المحلول المائي لملح NaCl متعادل وذلك ملح مشتق من ----------------

س وزاري 2016 (خ): ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح خلات الصوديوم CH_3COONa اذا علمت ان 1L منه بتركيز 0.2 M يحتوي على ايونات H^+ بتركيز1×10^{-9} M

ج / $Kh = 10^{-4}$

---

6 – محاليل الايون المشترك (محاليل بفرقبل الاضافه)

س : تمهيدي2013 : احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH) لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيز 0.15 mole/L و NH_4Cl بتركيز 0.3 mole/L علما ان 4.74 = PKb

س2015/3 :احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH) لمحلول يحتوي علىNH_3 بتركيز 0.2M وNH_4Cl بتركيز 0.4 M وقارن النتيجه مع قيمة(PH) محلول NH_3 بتركيز 0.2 M علما ان 4.74 = PKb و log1.3 = 0.12

س : وزاري 2013 : ما التأثيرالذي تحدثه أضافه 26.75 g (0.5 mol) من ملح كلوريد الامونيوم الى لترواحد من محلول الامونيا بتركيز0.1 M على درجه تفكك القاعده علما بان ثابت تفكك القاعده الضعيفه $K_b\,NH_3 = 1.8\times 10^{-5}$

س : وزاري 2013 خارج القطر : احسب كتله كلوريد الامونيوم M= 53.3 الواجب اضافتها الى 500 ml من محلول 0.15 امونيا لجعل PH المحلول = 9 علما ان $Kb = 2\times 10^{-5}$ و $Log^{-1}(0.26) = 1.8$

س وزاري 2014 (تمهيدي) : أذا علمت ان النسبه المئويه لتفكك 0.1 M لحامض الهيدروسيانيك HCN = 0.01% فما قيمه PH المحلول عند أضافه 0.2 M سيانيد البوتاسيوم KCN اليه ؟ علما ان log 2 = 0.3

س وزاري 2014 :اذا كانت هناك حاجة لتحليل محلول بفر ذو pH = 9 .0 من مزج NH_3 مع NH_4Cl كم يجب أن تكون النسبة بين $\frac{[NH_4^+]}{NH_3}$ علما ان $Kb\ (NH_3) = 2\times 10^{-5}$ log 2 = 0.3

س وزاري 2/2014: احسب كتلة ملح خلات الصوديوم (M=82 g/mole) اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول 0.125M حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة pH له تساوي 4.74 علما ان ثابت تفكك الحامض 1.8×10^{-5} و log 1.82 = 0.26

س وزاري 2/2014 (نازحين) : عرف الايون المشترك

س وزاري 2/2014 (نازحين) احسب تركيز ايون H^+ و PH لمحلول مكون من مزيج من 0.1M حامض الخليك و 0.2M خلات الصوديوم علما ان $Ka = 1.8\times 10^{-5}$ علما log 1.82 = 0.26 و log 2 = 0.3

س وزاري 2015 (تمهيدي) : تزداد درجه تفكك HNO_2 باضافه الماء اليه وتقل باضافه KNO_2 اليه

س وزاري 2015/ 2(خارج العراق):أحسب كتله كلوريد الامونيوم (M = 53.5 g/mol) الواجب أضافتها الى 500 ml من محلول 0.15 Mامونيا لجعل قيمه PH المحلول تساوي9علما بان ثابت تفكك الامونيا $K_b = 1.8\times 10^{-5}$ وlog 1.82 = 0.26

ج / 7.22g

س وزاري 3/2016 (خارج العراق): تزداد درجة تفكك محلول HCN باضافه الماء اليه وتقل باضافة NaCN اليه

س وزاري 2017ت احسب كتلة ملح خلات الصوديوم (M=82 g/mole) اللازم اضافتها الى 500ml من محلول 0.2M حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة pH له تساوي 5علما ان Pka = 4.7

7 – المحاليل المنظمه (محاليل بفر بعد الاضافة)

س : تمهيدي2013 : عرف محلول بفر

س : وزاري 2013/ 2 – 2016 ت: مزيج بفري مكون من حامض النتروز (HNO_2) $K_a(HNO_2)= 4.5\times 10^{-4}$ بتركيز 0.12M ونتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز 0.15M احسب قيمة pH المحلول الناتج بعد اضافة 1g من هيدروكسيد الصوديوم (M= 40 g /mole) الى لتر واحد من محلول البفر

س : 2015 (تمهيدي) : نصف لتر من محلول HCN 0.1M و KCN 0.3 M . أحسب التغير في قيمه PH عند أضافه 0.025 من H_2SO_4 علما ان $P_{Ka} = 9.31$ ج / $\Delta PH = - 0.48$

س وزاري 2015 : أحسب مقدار التغير ل PH بعد أضافة 0.01 مولاري من حامض الكبريتيك H_2SO_4 الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa تركيز كل منهما 0.1 مولاري علما أن $Ka\ CH_3COOH= 1.8\times 10^{-5}$ و log 2 = 0.3 و log 3 = 0.477 و log 1.8 = 0.26 ج / $\Delta PH = 0.177$

س وزاري 2015 / 2 : أحسب التغير ل PH بعد أضافة 1mL من محلول $Ba(OH)_2$ بتركيز25M الى لتر من محلول بفر مكون من NH_3 0.1M و من NH_4Cl 0.3 M علما أن $Kb\ NH_3 = 2\times 10^{-5}$ و log 2 = 0.3 و log 3 = 0.47 و log 1.6 = 0.2 و log 5 = 0.7 ج / $\Delta PH= 0.27$

س وزاري 2016 : أحسب قيمة الاس الهيدروجيني PH

1 – للتر من محلول بفر مكون من الامونيا وكلوريد الامونيوم بتركيز (0.1 مولاري لكل منهما) ج / PH1= 9.26

2 – بعد اضافة (2 ml) من محلول هيدروكسيد الصوديوم (5 مولاري) ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة PH ج / PH2= 9.346

علما بان log 11 = 1.04 و log 3 = 0.477 و log 1.8 = 0.26 و $K_b\ NH_3 = 1.8\times 10^{-5}$ ج / $\Delta PH= 0.086$

س وزاري 2016/2 خ / لتر واحد من محلول يحتوي على 0.04 M من حامض ضعيف و 0.02 M من ملحه ما عدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ الازم اضافته اليه لتصبح قيمه PH تساوي 9.3 علما علما $Ka = 1\times 10^{-9}$ و log 2 = 0.3 ج / n=0.01

س وزاري 2016 / 3 : احسب مقدار التغير ل (PH) بعد أضافة 2g من هيدروكسيد الصوديوم NaOH (M=40 g /mol) الى لتر من المحلول بفر مكون من حامض الخليك وخلات الصوديوم تركيز كل منهما 0.2 M علما ان

علما $Ka_{CH3COOH} = 1.8\times 10^{-5}$ و log 3 = 0.477 و7 .log 5 = 0 و0.26 = log 1.8 ج / $\Delta PH = 0.223$

8 – الحالات الخاصة

س وزاري 2016 (خارج العراق) : أحسب مقدار التغير في قيمة PH بعد أضافة 20mL من 0.2 M حامض الخليك CH_3COOH الى 20mL من 0.1 M هيدروكسيد الصوديوم NaOH ؟

علما بأن $K_a(CH_3COOH) = 1.8\times 10^{-5}$ log 4= 0.6 و log 1.8 = 0.25 ج / $\Delta PH = - 8.25$

س وزاري 3/2016 (خ) عند أضافة 25mL من 0.2 M محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH الى 50mL من 0.1 M محلول حامض الخليك,ماذا ستكون قيمة الاس الهيدروجيني للمحلول الناتج ؟ علما علما بأن $K_a(CH_3COOH) = 1.8\times 10^{-5}$

و0.78 = log 6 و log 6 = 0.78 و $\sqrt{3} = 1.7$ و log 1.7 = 0.23 ج/ PH = 8.78

9- محاليل الاملاح شحيحه الذوبان (الذوبانيه وثابت حاصل الذوبان KSp)

س : تمهيدي2013 : احسب الذوبانية المولارية و الذوبانية بدلالة (g / L) لملح كلوريد الفضة AgCl (M = 143.5 g / mole) في محلوله عند حالة الاتزان، اذا علمت ان $Ksp_{AgCl} = 1.8\times 10^{-1}$.

س : تمهيدي2013 : اذا علمت أن لتراً واحداً من المحلول المشبع لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 (M = 332 g / mole) يحوي 0.0215 g من الملح، احسب ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح.

س : وزاري 2013 : اذا علمت ان تركيز أيون الكالسيوم(M=40 g/mole)في بلازما الدم يساوي 0.1 g/L,فأذا كان تركيز أيون الأوكزالات فيه يساوي 1×10^{-7},هل تتوقع ان تترسب أوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 (Pk_{SP}=8.64)

س : وزاري 2013 (دور ثاني) : احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول ثبتت حامضيته عند (أ) PH=6 (ب) PH =9.0 اذا علمت ان $Ksp\ (Zn(OH)_2) = 1.2\times 10^{-17}$ ثم ناقش النتائج

س: وزاري 2013 (دور ثالث) : احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنبسيوم $Ksp = 1.8\times 10^{-11}$ في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند11 =pH.

س وزاري 2014 (تمهيدي): أحسب الذوبانيه المولاريه لملح كبريتات الفضه Ag_2SO_4 الكتله المولية له (316 g/mol) وpKsp=4.92 في 1) في الماء النقي 2) في محلول 0.15M كبريتات الوتاسيوم K_2SO_4 علما ان 0.44= $1.43\sqrt{0.2}$ = $\sqrt[3]{3}$ / Log1.2 = 0.08

س وزاري 2014 - 2016 ت: أحسب الذوبانيه المولارية و الذوبانية بدلالة (g / L) لهيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ (Mg = 99.4 g/mol) اذا علمت ان $Ksp\ (Zn(OH)_2) = 1.2\times 10^{-17}$ وان $\sqrt[3]{3} = 1.44$

س : وزاري 2014 (دور ثاني) : ما هي اقل دالة حامضية (PH) لمحلول يحوي ايون الحديد (III) بتركيز يساوي 2×10^{-10} M التي اذا تم الوصول او تجاوزها يبدأ راسب هيدروكسيدالحديد (III) بالظهور في المحلول علما ان Ksp لهيدروكسيدالحديد (III) = 5×10^{-38} علما ان log1. 58 = 0.201 و $\sqrt[3]{250} = 6.3$

س : وزاري 2014/3 - 2016/2 : اذا علمت ان الذوبانيه المولاريه لكرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلوله المائي المشبع يساوي 1.2×10^{-5} ما عدد مولات كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 التي يجب اضافتها الى لتر من المحلول لجعل تركيز ايونات الباريوم تساوي 0.01 / ج 1.44×10^{-8} M

س وزاري - 2015 (تمهيدي): ذوبانيه $BaSO_4$ في محلوله المائي المشبع 1×10^{-4} M كم مليلتر من حامض الكبريتيك بتركيز 10M الذي يجب اضافته الى لتر من المحلول لجعل ذوبانيته 10^{-6} M ج / V = 1ml

س وزاري 215 : أذا علمت ان قابلية ذوبان ملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ في الماء النقي تساوي 3.9×10^{-4} ml / L في الماء النقي . أحسب قابلية ذوبانه في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز 0.02 mole / L ج / $S = 59.3 \times 10^{-8}$ mol / L

س وزاري3/ 215 : احسب الذوبانية المولارية S والذوبانية بدلالة (g/L) لهيدروكسيد الخارصين $(Zn(OH)_2)$ (M= 99 g/mole) اذا علمت ان $K_{sp}(Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17}$ علما بأن $\sqrt[3]{3} = 1.44$ ج: 1.43×10^{-6} M : 1.42×10^{-4} g / L

س وزاري 2 / 2015 : وضح تاثير الايون المشترك على الذوبانية

وزاري 2015/2 احسب قيمة ثابت حاصل الاذابة Ksp لملح كبريتات الباريوم، اذا علمت أن لترا واحدا من محلوله المائي المشبع يحوي 0.0025 g من ملح من ملح $BaSO_4$ الذائب علما ان . $M_{BaSO_4} = 233$ g / mol ج $Ksp = 1.2 \times 10^{-4}$

س وزاري2/ 2015 (خارج العراق) : أذا علمت ان الذوبانية المولارية لملح الاذابة لملح فلوريد المغنيسيوم MgF_2 في الماء النقي،هي 1.18×10^{-3} .احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF تركيزه 0.1M ج/ 6.5×10^{-7}

س وزاري 2016 : ما ذوبانية كبريتات الرصاص الرصاص $PbSO_4$

1 – في المحلول المائي المشبع (الماء النقي) 2 - بعد اضافة 2 ml من Na_2SO_4 تركيزه (10 M) الى لتر من المحلول المشبع منه علما ان $Ksp\ (PbSO_4) = 1.6 \times 10^{-8}$ و $\sqrt{1.6} = 1.26$ ج / $S = 1.26 \times 10^{-4}$ و $S^- = 8 \times 10^{-6}$ (الايون المشترك)

س وزاري 2016/2 خ : تقل قابليه ذوبان MgF_2 بوجود NaF

س وزاري 3 / 2016 : اذا علمت أن ذوبانية ملح ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ تساوي (1.1×10^{-5}) مولاري في محلولها المائي المشبع . أحسب ذوبانيتها في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ يساوي 0.1 M ج / (1.2×10^{-9})

س وزاري 2016 (خ) : أذا كانت الذوبانيةل AgI تساوي 0.00235 g/L (كتلته المولية = 235 g/mol) أحسب تركيز ملح يوديد الصوديوم NaI الواجب أضافته لجعل الذوبانية المولارية تساوي $(1 \times 10^{-9}$ mol /L)

س وزاري 2017 ت: ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مائي مشبع تساوي $= 1.26 \times 10^{-5}$ أحسب ذوبانيتها بعد أضافه 2ml من H_2SO_4 تركيزه (5M) الى لتر من المحلول المشبع منه ج / 1.6×10^{-8} mol / L

المساعد في الكيمياء

للصف السادس العلمي الاحيائي

الفصل الرابع

تفاعلات التأكسد والاختزال

والكيمياء الكهربائية

لسنه 2016 - 2017

أعداد المدرس

وهب منير الموسوي

أعداديه الشيخ أحمد الوائلي

الفصل الرابع : تفاعلات التأكسد والاختزال والكيمياء الكهربائية

الكيمياء الكهربائية :تُعَدُّ فرعاً من فروع الكيمياء، تهتم بالتحولات بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية حيث تحصل بعض التفاعلات الكيميائية نتيجة لامرار تيار كهربائي،و تؤدي بعض التفاعلات الكيميائية الى نشوء تيار كهربائي .

العمليات الكهروكيميائية : هي تفاعلات منتجه اومستهلكه للطاقه ويصاحبها عمليه تأكسد واختزال،وتقسم الى

أ - تفاعلات كيميائية مولدة للطاقة الكهربائية

هي التفاعلات الكيميائية تولد الطاقة بوساطة تفاعل تلقائي ومن ثم تحويل هذه الطاقة الى طاقة كهربائية

مثال : تُعَدُّ النضيدة(البطارية)المستعملة لتشغيل السيارة اوالراديو

ب - تفاعلات كيميائية مستهلكة للطاقة الكهربائية

هي تفاعلات يتم فيها استخدام الطاقة الكهربائية لانجاز تفاعل غير تلقائي

مثال : عملية الطلاء الكهربائي للمعدات والاجهزة وكذلك تصنيع الدوائر الالكترونية المطبوعة وعملية تنقية الفلزات

تفاعلات الاكسدة والاختزال (أنتقال الالكترون)

تصنف التفاعلات الكيميائية الى خمسة أنواع من التفاعلات وهي

أ – تكوين ب – تفكك ج – الاحتراق د – الاحلال البسيط ه – الاحلال المزدوج

وبعض هذه التفاعلات تتضمن انتقال الالكترونات من ذرة الى ذرة أخرى

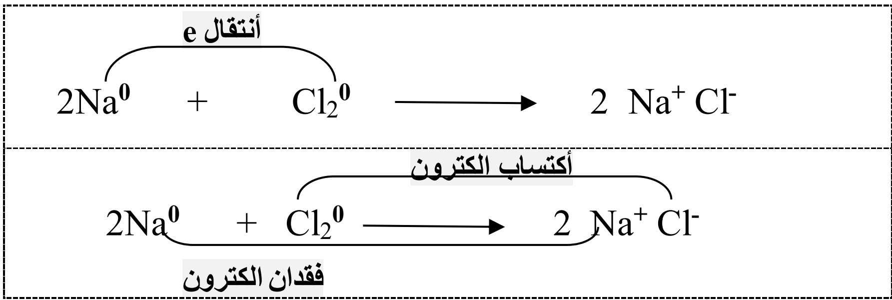
أمثله توضيحية لتمييز تفاعلات الاكسده والاختزال

مثال (1)

$$K^+Br^- + Na^+Cl^- \longrightarrow Na^+Br^- + K^+Cl^-$$

في التفاعل السابق لم يحصل اي تغير في أعدا تأكسد ذرا ت الصوديوم Na والبوتاسيوم K والكلور Cl و البروم Br قبل التفاعل وبعد التفاعل يسمى التفاعل السابق تفاعل احلال بسيط ولايسمى تفاعل أكسده و أختزال

مثال (2)



في التفاعل السابق حصل تغير في أعدا تأكسد .

قبل التفاعل الصوديوم Na عدد التأكسد صفر وبعد التفاعل 1 +

و قبل التفاعل الكلور Clعدد التأكسد صفر وبعد التفاعل 1-

توصف تفاعلات الاكسدة والاختزال بدلالة أعداد التأكسد

أعداد التأكسد : **هي عدد الالكترونات التي تفقدها او تكتسبها تلك ذرة العنصر عند أشتراكها في التفاعل الكيميائي**

وهي اعداد سالبة وموجبة اوصفر تُكتب فوق رمز العناصر المشتركة في تفاعلات التاكسد والاختزال

مقدمة لفهم أعداد التأكسد

أ – المركبات الايونية : حيث يحدث أنتقال حقيقي للالكترونات لذا فالعدد التأكسدي لاي ذرة يساوي شحنة الذرة

مثال : مركب فلوريد الالمنيوم AlF_3

AlF_3 هو مركب ايوني اي يتكون من ارتباط ايون موجب Al (عدد التاكسد = +3) وأيون سالب F (عدد التاكسد = -1)

ب – المركبات التساهمية : حيث لايحدث أنتقال حقيقي للالكترونات **وتقسم**

1 - جزيئة تتكون من ذرتين متشابهتين : مثل Cl_2 (Cl – Cl) و H_2 (H-H) العدد التأكسدي = صفر

2 - جزيئة تتكون من ذرتين مختلفتين في الكهروسلبية : مثل (H – Cl)

الذرة الاعلى كهروسلبية يكون عدد التاكسد اشارة سالبة (Cl = -1)

الذرة الاقل كهروسلبية يكون عدد التاكسد اشارة موجبة (H = + 1)

القواعد المستخدمة لحساب اعداد التأكسد :

	القاعدة	امثلة	عددالتأكسد	الاستثناء ات
1	عدد التأكسدلأي عنصرغيرمتحد (عنصر حر) يساوي صفرا	$Na, Be, Pb, H_2, O_2, P_4 = 0$	0	
2	عدد التأكسد للايون احادي الذرة يساوي الشحنة على هذا الايون.	(O^{2-}) (Fe^{3+})	$O = -2$ $Fe = +3$	
3	عدد التأكسد للهيدروجين = 1 +	H =+1 في المركبات التالية HCl - $NaOH$ - H_2O	1+	ماعداهيدريدات الفلزات = 1- NaH - CaH_2 - AlH_3
4	عدد التأكسد للاوكسجين = 2-	O = 2- في المركبات التاليه Al_2O_3 - KOH - H_2O	-2	1- ماعدا في البيروكسيدات = 1- $CaO_2 – Na_2O_2 - H_2O_2$ O-2= 2 + في OF_2 لان O (اقل كهروسلبية من F)
5	أ-عدد التأكسد الزمرة الاولى(IA) ب-عدد التأكسد الزمرة(IIA) ج-عدد التأكسد الزمرة الثالثة	Li , Na , K , Rb = +1 Be , Mg , Ca , Sr = +2 B , Al , Ga , In = +3	1 + 2 + 3 +	
6	عدد التأكسد للهالوجينات الزمره السابعه = - 1	F , Cl , Br , I = -1 الهالوجينات بصوره عامة اذاكان جزيئة مثل Cl_2 = صفر واذا كان يمين المركب KCl =1 – واذا كان وسط المركب $NaIO_3$ = +	-1	ما عدا Cl , Br , I المتحده مع ذره O او هالوجين اعلى= 1 + مثل: ICl_3 -$NaIO_3$ - $KClO_3$ F= 1 - في فلوريدالاوكسجينOF_2 لان F (اعلى كهروسلبية من O)

أستخراج عدد التأكسد لذرات العناصر الاخرى عند وجودها في الجزيئات فيمكن استخدام القاعدتين الاتيتين :

القاعدة الاولى : مجموع اعداد التأكسد لجميع الذرات في مركب متعادل يساوي صفراً.

NaCl : Cl = -1 و Na = +1 اذن

$+1 + (-1) = 0$

القاعدة الثانية :مجموع اعداد التأكسد لجميع الذرات في ايون متعدد الذرات يساوي شحنة الايون.

$H_2PO_4^-$: O = - 2 و H = + 1 وحسب القاعدة :

$\{ 2 \times (+1) \} + P + \{ 4 \times (-2) \} = -1$

$2 + P - 8 = -1 \Longrightarrow P = 5$

مثال 4 – 1 : حدد اعداد تاكسد العناصر في المركبات والايونات والذرات الاتية

SO_2 - KCl - Mg^{2+} - PO_4^{3-} - BaO – F_2

الحل /

F_2 : F = 0

BaO : O = -2 وعليه

$Ba + (-2) = 0 \Longleftarrow Ba = +2$

PO_4^{-3} : O = -2 وعليه

$P + \{ 4 \times (-2) \} = -3 \Longleftarrow P = +5$

Mg^{2+} : $\Longleftarrow$ Mg = +2

KCl : CL = -1 و K = +1

SO_2 : O = -2 وعليه

$S + \{ 2 \times (-2) \} = 0 \Longleftarrow S = +4$

تمرين 4 – 1 : حدد اعداد تاكسد العناصرالتي تحتها خط في المركبات والايونات الاتية :

$H_2\underline{S}O_4$ / $H_2\underline{C}O_3$ / $H\underline{P}O_4^{2-}$ / $\underline{Mn}O_4^-$ / $K_2\underline{Cr_2}O_7$ / $Na\underline{I}O_3$

س (واجب) : جد اعداد التأكسد للكلور Cl في المركبات التاليه : Cl_2 - $HClO_4$ - $KClO_3$ - $CaCl_2$

المفهوم القديم لعملية التأكسد والاختزال

كان اول تعريف لعمليتي التأكسد والاختزال هي فقدان او اكتساب الاوكسجين، على التوالي لكن هذا التعريف اصبح قديما

تفاعل التأكسد والاختزال (بمفهوم اعداد التأكسد)

هي تفاعلات كيميائيه تنتقل فيها الالكترونات من ماده الى اخرى

تعتمد تفاعلات الاكسدة والاختزال على هناك ذرة تتأكسد وذرة تختزل

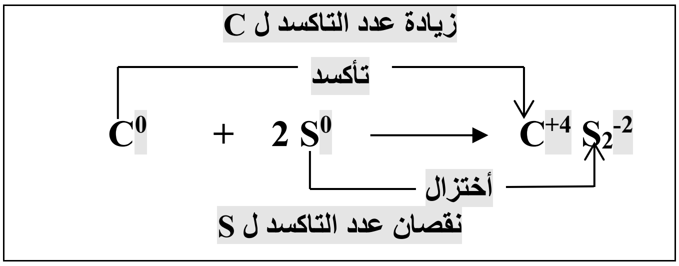
التأكسد

عبارة عن تغير كيميائي يصحبه فقدان في الالكترونات من ذرة او مجموعة من الذرات ويؤدي لزيادة في اعداد التأكسد.

الاختزال

عبارة عن تغير كيميائي تكتسب فيه الذره اومجموعة من الذرات الكترونات يصاحبها نقصان في عدد التأكسد للعنصر

ويكون العدد الكلي للالكترونات المفقودة نتيجة التاكسد مساويا لعدد الالكترونات المكتسبة في عملية الاختزال.



نصفا التفاعل في معادلات التأكسد و الاختزال :

مثال : للتفاعل التالي

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2Na^+ + 2Cl^-$$

نصف تفاعل(تاكسد)

$$\underset{\text{ذره}}{Na^0} \xrightarrow{\text{تأكسد}} \underset{\text{ايون}}{Na^+} + e^-$$

نصف تفاعل(أختزال)

$$\underset{\text{جزيئه}}{Cl_2} + 2e \xrightarrow{\text{أختزال}} \underset{\text{ايون}}{2Cl^-}$$

كتابه المعادله العامه لتفاعلات التأكسد و الاختزال

لكتابه المعادله العامه لتفاعلات التأكسد والاختزال يتطلب الخطوات التالية

1- ان تكون مجموع عدد ذرات كل عنصر متساوي لكل من المواد المتفاعله والناتجه (قانون حفظ الكتله)

2 - عدد الالكترونات المفقودة نتيجة التاكسد = عدد الالكترونات المكتسبة في عملية الاختزال (قانون حفظ الشحنه الكهربائيه)

يضرب نصف تفاعل التأكسد المعادله (1) × 2

3 - تجمع معادلتي التأكسد والاختزال بعد حذف الالكترونات المفقودة المكتسبة

(1) نصف تفاعل(تاكسد) $2\ Na^0 \longrightarrow 2\ Na^+ + 2\ e^-$

(2) نصف تفاعل(أختزال) $Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$

$$\underset{\text{ذره تأكسدت}}{2Na} + \underset{\text{ذره أختزلت}}{Cl_2} \longrightarrow 2Na^+ + 2Cl^-$$

يدعى هذا التفاعل بتفاعل **تأكسد واختزال** ويحصل فيه **انتقال الكترونات** من ذرة الى أخرى .

فالذرة التي تفقد الكترونات يقال عنها **تأكسدت(Na)** . اما التي تكتسب الكترونات فيقال عنها **اختزلت(Cl)**.

مثال 4 – 2 : حدد الذرات التي تعاني تاكسدا وتلك التي تعاني اختزالاً في التفاعلات التالية مع كتابة انصاف التفاعل للتاكسد والاختزال.

1 - $Cl_2 + 2I^- \longrightarrow 2Cl^- + I_2$

2 - $Mg + Fe^{2+} \longrightarrow Mg^{2+} + Fe$

الحل / **1 -**

نصف تفاعل تأكسد $2I^- \longrightarrow I_2^0 + \cancel{2e}$

نصف تفاعل أختزال $Cl_2^0 + \cancel{2e^-} \longrightarrow 2Cl^-$

تفاعل الخليه $\underset{\text{ذره أختزلت}}{Cl_2} + \underset{\text{ذره تأكسدت}}{2I^-} \longrightarrow 2Cl^- + I_2$

2 -

نصف تفاعل تأكسد $Mg^0 \longrightarrow Mg^{+2} + \cancel{2e^-}$

نصف تفاعل أختزال $Fe^{+2} + \cancel{2e^-} \longrightarrow Fe$

تفاعل الخلية $\underset{\text{ذره تأكسدت}}{Mg} + \underset{\text{ذره أختزلت}}{Fe^{2+}} \longrightarrow Mg^{2+} + Fe$

مثال : في التفاعل الاتي اي مما يأتي تم اختزاله : $2K + Br_2 \longrightarrow 2K^+ + Br^-$

الحل / ان Br_2 تم أختزاله باستخدام البوتاسيوم K (لان عدد تأكسده قل)
بينما عانى البوتاسيوم K تأكسد K (لان عدد تأكسده زاد)

تأكسد $2K \longrightarrow 2K^+ + 2e^-$

أختزال $Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$

التفاعل العام $2K + Br_2 \longrightarrow 2K^+ + 2Br^-$

الاستنتاج

1- لايمكن ان تحدث عمليه تأكسد من دون حدوث عمليه أختزال مرافقه لها وليس بالضروره ان تحدث هذه العمليه لكل الذرات
2 - ان معرفة اعداد التأكسد تساعدنا بسرعة في الحكم فيما اذا كان تفاعل ما هو تفاعل تأكسد واختزال ام غير
3 - ان الالكترونات المفقودة تكتب في طرف النواتج بينما تكتب الالكترونات المكتسبة في طرف المتفاعلات
4 - التغيرفي العدد التاكسدي من 2 – الى 3 – هو نقصان والتغير من 3 - الى 2 – زياده

تمرين 4 -2 : حدد الذرات التي تعاني تاكسداً وتلك التي تعاني اختزالاً في التفاعلات التالية مع كتابة انصاف التفاعل للتاكسد والاختزال.

1 - $Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$
2 - $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$

س 4 – 23 : اي تفاعل هو تفاعل أكسدة – اختزال :

1) $Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$
2) $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$
3) $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$
4) $SiBr_4 + 3H_2O \longrightarrow H_2SiO_3 + 4HBr$
5) $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

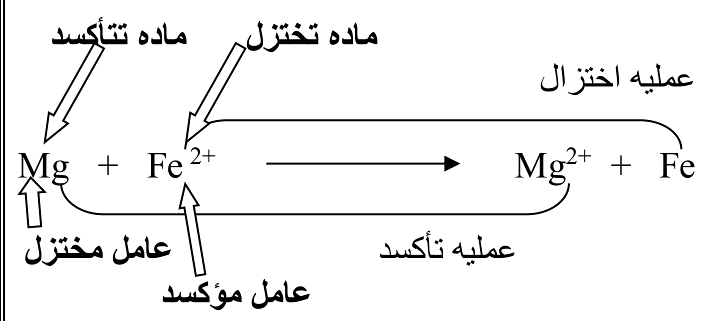
العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة :

العامل المؤكسد :

هي الماده التي ’تختزل وتسبب تأكسدا لماده أخرى
او هو الماده التي لها **القدره على اكسده ماده اخرى**
والعامل المؤكسد يكتسب الالكترونات ويقل عدد تأكسده

العامل المختزل :

هي الماده التي تتأكسد وتسبب اختزال لماده أخرى
او هو الماده التي لها **القدره على اختزال ماده اخرى**
والعامل المختزل يفقد الالكترونات ويزداد عدد تأكسده



كيفيه تحديد العامل المؤكسد والعامل المختزل :

1 – تحديد عدد التأكسد لكل عنصر مشترك في التفاعل
2 – تكتب معادله نصف تفاعل التأكسد فالعنصر الذي يعاني تأكسد هو العامل المختزل
3 – تكتب معادله نصف تفاعل الاختزال فالعنصر الذي يعاني اختزال هو العامل المؤكسد

مثال 4 – 3 : حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات الاتية :

1 - $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$
2 - $Cu + 2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$

الحل /

1 - $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e$ Zn : عانى تأكسد فهو عامل مختزل

$Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$ Cu : عانى أختزال فهو عامل مؤكسد

2 - $Cu + 2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$

$Ag^+ + e \longrightarrow Ag$ Ag : عانى أختزال فهو عامل مؤكسد

$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e$ Cu : عانى تأكسد فهو عامل مختزل

تمرين 4 – 3 : حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات الاتية :

1 - $2C + O_2 \longrightarrow 2CO$
2 - $Mg + Cl_2 \longrightarrow MgCl_2$
3 - $Mg + Fe^{2+} \longrightarrow Mg^{2+} + Fe$

س : 4 - 15 حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي :

$AgNO_2 + Cl_2 + 2KOH \longrightarrow AgNO_3 + 2KCL + H_2O$

الخلايا الكهروكيميائية

هي نظام تحدث فيه التفاعلات الكهروكيميائيه (تفاعلات الاكسده والاختزال)
تتكون الخلية الكهروكيميائية عادة من **قطبين** يسمى احدهما القطب الموجب او الانود، اما القطب الثاني فهو القطب السالب ويدعى بالكاثود ويكون كلا القطبين مغمورين في **محلول الكتروليتي** تشترك **مكوناته في تفاعلات الأكسدة والاختزال** التي تجري على سطحي القطبين.
تقسم الخلايا الكهروكيميائية الى نوعين :الخلايا الكلفانية او الفولتائية وخلايا التحليل الكهربائي.

1 - الخلايا الكلفانية (الفولتائيه) : **عرف الخلية الكلفانية وزاري 2014(تمهيدي)**
هي تلك الخلايا التي تتحول فيهاالطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً لتوليد تياركهربائي أي تكون - = ΔG (خلايا منتجه للتيار الكهربائي)

2 - الخلايا الالكتروليتية (خلايا التحليل الكهربائي)
هي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي وفيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي($\Delta G = +$) وتستخدم خلايا التحليل الكهربائي في تنقية الفلزات وفي عملية الطلاء الكهربائي.

الخليه الكلفانيه (خليه دانيال)

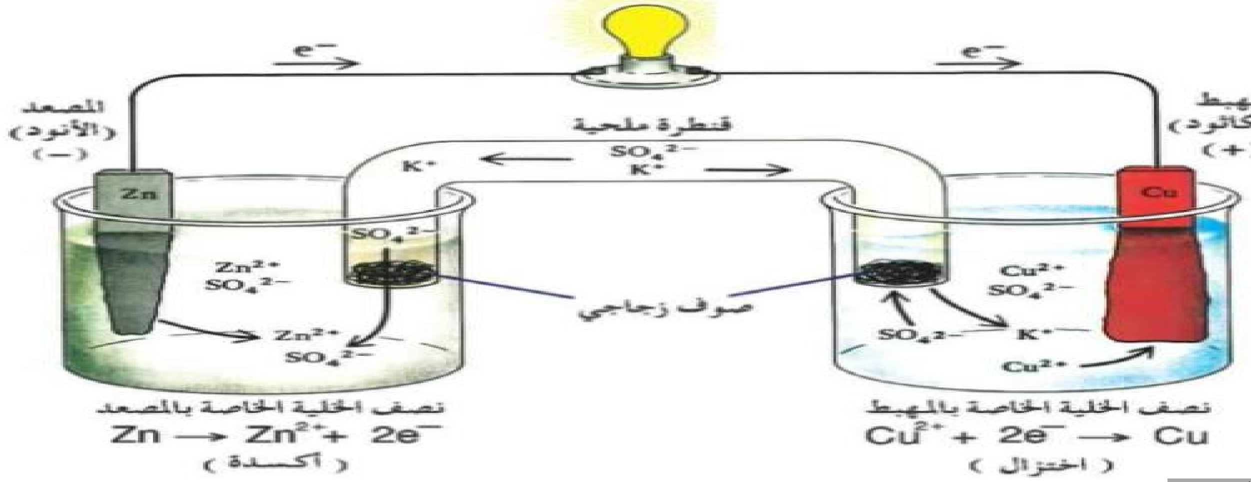
وهي خليه كهروكيمائيه تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية وتعتبر من اشهر الخلايا الكلفانيه وتتكون من جزئين ويدعى كل جزء نصف خليه او قطب
القطب (نصف الخلية) هو لوح عنصر مغمور في محلول يحتوي على ايوناته

قطب الانود هو القطب الموجب الذي تحدث عنده عمليه التأكسد والذي يكون مصدرللالكترونات

قطب الكاثود هو القطب السالب تحدث عنده عمليه الاختزال والذي تنتقل اليه الالكترونات من الانود عبرسلك خارجي

تركيب خليه دانيال : **تتكون خليه دانيال**

1- قطب الانود يتكون من (لوح من الخارصين مغمور في محلول كبريتات الخارصين)
2- قطب الكاثود يتكون من (لوح من النحاس مغمور في محلول كبريتات النحاس)
3- سلك موصل (ينقل الالكترونات) 4 – جسر ملحي (يساعد على أنتقال الايونات بين المحلولين)



عمل خلية دانيال
عند توصيل المحلولين بالجسر الملحي تكتمل الدائره الكهربائيه ويبدأ التفاعل تلقائيا
1 – تعاني **ذره الخارصين تأكسد عند قطب الانود** ويتحول الى ايونات تذوب في المحلول (**يقل سمك** قطب الخارصين) في حين تتوجه الالكترونات خلال السلك الى قطب الكاثود (لوح النحاس) $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e$
2 – تكتسب **ايونات النحاسيك الالكترونات عند قطب الكاثود** حيث تعاني أختزالا الى ذرات النحاس التي **تترسب** على سطح النحاس **فتزداد سمكا** $Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$
3 – **يقل تركيز محلول كبريتات النحاس** بسبب أختفاء أيونات النحاس تدريجيا
4 – تنتقل الايونات السالبه(SO_4)باتجاه بالقطب الموجب (الانود) اي الى محلول $ZnSO_4$(نتيجه للزياده الحاصله في الشحنات الموجبه في المحلول) **فيزداد تركيز $ZnSO_4$** بينما تنتقل الايونات الموجبه (K^+)الموجوده في الجسر الملحي باتجاه القطب السالب (الكاثود)
5 – التوصيل الكهربائي يتم عبر انتقال الالكترونات عن طريق الدائره الخارجية (السلك الموصل)
بينما في الدائره الداخليه (الجسر الملحي) يتم من خلال حركة انتقال الايونات
6 – يستمر التفاعل طالما1- لم تستهلك قطعه الخارصين بشكل تام او ينفذ تركيز ايونات النحاس 2- رفع الجسر الملحي 3- قطع الدائره
7 – التفاعل العام للخليه $Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$ **(يذوب) (يترسب)**
س / قابليه القطب الفلزي على توليد الالكترونات ----تقل---- بازدياد تركيز ايون الفلز في المحلول

س : يتم فصل محلول كبريتات النحاس عن محلول كبريتات الخارصين علل ؟

ج / لكي لايحدث تفاعل بين ايونات النحاس Cu^{2+} ولوح الخارصين (كما حدث عند غمرلوح من Zn في محلول $ZnSO_4$)

س :وزاري 2013/2 : ما هو الجسر الملحي وما عمله ؟

ج / هو انبوبه زجاجيه على شكل حرف U مقلوب تحتوي على محلول الكتروليتي لايتغير كيميائيا اثناء العمل ويثبت داخل الانبوبه بماده الاكار **ويساعد** على انتقال الايونات (ايونات الجسر الملحي) بين المحلولين **ويكمل الدائره الكهربائيه**

س وزاري: ما فائده (عمله) الجسر الملحي

1 – يساعد انتقال الايونات بين محلولي القطبين واعادة موازنة المحلولين

2- يعمل على اكمال الدائره الكهربائيه

س وزاري : الخليه الفولتائيه تنتقل فيه -------- في السلك بينما تنتقل -------- في الجسر الملحي

س : لايحدث تفاعل في الخليه الكلفانيه الا بوجود الجسر الملحي

ج / لان الجسر الملحي يحتوي على محلول الكتروليتي KC l يسمح بالتلامس الكهربائي بين ايوناته وايونات محلولي الخليه ويعمل على موازنه الايونات بين المحلولين

الاكار : مادة صمغية يحصل عليها من الطبيعة تصبح سائلة عند تسخينها وتتصلب في درجة حرارة الغرفة وتستخدم في تثبيت المادة في الجسر الملحي

مثال 4 -4 : اذا علمت ان التفاعل التالي يحدث بصوره تلقائيه في الخليه الكلفانيه $Cu_{(s)} + 2\ Ag^{+}_{(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2\ Ag_{(S)}$

أ– أكتب تفاعلات نصف الخليه

ب - وضح اتجاه سريان الالكترونات عبر السلك الخارجي واتجاه حركه الايونات عبر الجسر الملحي المملؤ بمحلول KNO_3

الحل /

نصف تفاعل تأكسد $Cu_{(S)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e$

نصف تفاعل أختزال $2\ Ag^{+}_{(aq)} + 2e \longrightarrow 2\ Ag_{(S)}$

ب - تسري الالكترونات عبر السلك الخارجي منطلقة من الانود(قطب النحاس)باتجاه الكاثود(قطب الفضة)

بينما تتحرك الأيونات الموجبه K^+ عبرالجسرالملحي باتجاه القطب السالب الكاثود والايونات السالبة NO_3^- باتجاه قطب الانود

س : ماذا يحدث بمرور الزمن للتفاعل في المثال 4-4 لكل من

أ- قطب النحاس ب – قطب الفضه ج – محلول ايونات النحاس د – محلول ايونات الفضه

أ- قطب النحاس	ب – قطب الفضه	ج – محلول ايونات النحاس	د – محلول ايونات الفضه
تقل كتلته	تزداد كتلته	يزداد تركيزه	يقل تركيزه

جهد الخلية الكلفانية

يسري التيار الكهربائي من الانود باتجاه الكاثود بسبب الفرق بين الجهدالكهربائي للقطبين وهذا السريان للتيار الكهربائي مشابه لسقوط الماء من الشلال بتاثير الطاقة الكامنة التي يمتلكها الماءاو سريان الغاز من منطقة ضغط عالٍ الى منطقة ضغط واطئ .

جهود الاقطاب

جهد القطب : يعرف بانه فرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول آيوناته ويقسم الى

1- جهد التأكسد (E_{OX}) مقدار (مقياس) ميل المادة نحو فقدان الالكترونا ت.

2- جهد الاختزال (E_{Red}) مقدار(مقياس) ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات.

س وزاري : علام يعتمد جهد الخلية

أ- طبيعه الاقطاب او الايونات

ب - تراكيز الايونات

ج - درجه الحراره التي تعمل عندها الخليه

جهد الخلية الكلفانية E_{Cell} (غير القياسي)

عباره عن أكبر قيمة لفرق الجهد بين القطبين في الخلية ووحدته فولت(V)

جهد الخلية = مجموع جهدي التأكسد والاختزال في الخلية

حساب جهد الخليه الكلفاني

جهد الخليه الكلفاني = اكبر قيمه لفرق الجهد بين قطبي الخليه الكلفانيه

يعتمد جهد الخليه على جهدي التأكسد والاختزال :

$$E_{cell} = E_{OX} + E_{Red}$$

جهد التأكسد جهد الاختزال

$$\text{Or} \quad E_{cell} = E_{anode} + E_{cathode}$$

القوة الدافعة الكهربائية للخلية E_{Cell} (emf)

أكبر قيمة لفرق الجهد بين القطبين في الخلية الكلفانية

حيث يسمى جهد الخلية بمصطلح شائع اخر القوة الدافعة الكهربائية للخلية (emf) وهي قوه تدفع الالكترونات بالهجره من قطب الانود الى قطب الكاثود وهذه القوه تمثل جهد الخليه

جهد الخلية $E°_{Cell}$ (القياسي) عباره عن اعلى فرق جهد كهربائي للخليه التي تعمل في الظروف القياسيه من

1- ضغط 1atm 2 - درجه 25°C 3 - يكون تركيز محلولي القطبين يساوي 1M

علل / قياسات فرق الجهد يجب ان تكون بين قطبي الخلية

ج / بسبب استحاله الحصول على عمليه تاكسد بصوره مستقله دون عمليه اختزال وبالعكس

قياس جهد الخليه القياسي (E °cell)

يقاس جهد الخلية عند الظروف القياسية

1 - ضغط 1atm 2 -درجه 25°C 3 - تركيز محلولي القطبين يساوي 1M

لاستخراج قيمة جهد الخلية القياسي E° cell

تكتب تفاعلات نصفي الخلية ثم تستخدم العلاقة الاتية

$$E°_{cell}(V) = E°_{anode} + E°_{cathode}$$

ووحده قياس جهد الخليه هي الفولت (V)

اما اذااعطيت جهود الاختزال القياسية ($E°_{Red}$) من الجدول مباشرةً فيمكن استخدام العلاقة الاتية :

$$E°_{cell} = \underset{\text{لقطب الكاثود}}{E°_{Red}} - \underset{\text{لقطب الانود}}{E°_{Red}}$$

اي ان جهد الخلية القياسي يمثل الفرق بين جهدي الاختزال لقطبي الخلية.

ملاحظة جهد الاختزال = - جهد التاكسد (بعكس الاشارة) $E°_{anode} = - E°_{cathode}$

س : بين اي من القطبين تختار هما للحصول على أكبر جهد قياسي للخليه (Zn , Ni , Cu)

$E°_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$ و $E°_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25\ V$ و $E°_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$

الحل / جهد الخليه E °Cell (القياسي) : عباره عن اعلى فرق جهد كهربائي للخليه التي تعمل في الظروف القياسيه

نختار النحاس لقطب الكاثود لان جهد اختزاله الاكبر من بين الاقطاب $E°_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$

ونختار للانود الخارصين لان جهد اختزاله الاقل بين الاقطاب $E°_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V$

تعكس اشارة جهد الاختزال للانود $E°_{Zn^{2+}/Zn} = +0.76\ V$

$E°_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e$$
$$Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$$
$$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

$$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathode}$$
$$E°_{cell} = (+0.76\ V) + (+0.34\ V) = 1.1\ V$$

علل : لماذا يزداد جهد خلية الخزن الرصاصية عند زيادة تركيز محلول قطب الكاثود وعند خفض تركيز محلول قطب الأنود ؟

علل : **يزداد جهد الخليه الفولتائيه عند زياده تركيز المواد المتفاعله او انخفاض تركيز المواد الناتجه**

الحل / وذلك لان جهد الخليه يتناسب طرديا مع تركيز محلول الكاثود وعكسيا مع تركيز محلول الانود

ان خلية الخزن الرصاصية هي خليه كلفانيه

فعند خفض تركيز محلول قطب الأنود (تقل تركيز ايونات محلول قطب الانود) (يزداد جهد تأكسده) يقل جهد الاختزال

وعند زيادة تركيز محلول قطب الكاثود (زياده تركيز ايونات محلول قطب الكاثود) يزداد جهد اختزاله،

وبالتالي زياده المجموع الجبري لجهدي التأكسد والاختزال $E_{cell} = E_{OX} + E_{Red}$

س : ما الفرق بين قطب الانود والكاثود

الانود	الكاثود
1- قطب موجب	1 - قطب سالب
2- تحصل عنده عمليه اكسده	2 - تحصل عنده عمليه اختزال
3- يعتبر مصدر للالكترونات	3 - يعتبر مستلما للالكترونات
4- يذوب العنصر الفلزي المتصل به	4 – يزداد سمك العنصر الفلزي المتصل به

قياس جهود الاقطاب

ان قياس جهدالخلية القياسي E°cell يتطلب قياس جهود اقطاب التاكسد والاختزال تحت الظروف القياسية .لذا لابد من وجود قطب مرجع وهناك انواع مختلفة من الاقطاب يمكن استخدامها كاقطاب مرجعية لقياس جهود الاقطاب الاخرى ومن اهمها قطب الهيدروجين القياسي.

قطب الهيدروجين القياسي (SHE) هو قطب مكون من من غاز H_2 تحت ضغط 1atm واتصال مباشر مع محلول ايونات الهيدروجين H^+ بتركيز 1M و 25 °C وتم اعتباره مساويه للصفر

وزاري : عرف قطب الهيدروجين وما أهميته

أهمية قطب الهيدروجين يستخدم كقطب مرجع لقياس جهود اقطاب العناصرالاخرى

علل تم اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع لقياس جهود الاقطاب الاخرى **وزاري2015**

ج / لانه عنصر نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر فيمكن استخدامه **كقطب انود او كاثود.**

علل : يستخدم عنصر البلاتين الاسود لصناعة قطب الهيدروجين القياسي **وزاري3/2013**

ج / أ– توفرمساحة سطحية أكبر للقطب يمكن تفكك جزيئات H_2 عليه

ب - يعمل لتوصيل الكهربائية مع الدائرة الخارجية (لان غازH_2 قطب غازي غير موصل للكهربائية)

س : اعتبار جهد قطب الهيدروجين القياسي يساوي صفر $E^{\circ} H_2 = 0.0$ V علل ؟

ج / لكي يصبح مقياس لحساب جهود بقيه العناصر

س وزاري : لايمكن قياس جهد قطب لوحده **س وزاري : قياسات فرق الجهد يجب ان تكون بين قطبي الخلية**

ج / بسبب استحاله الحصول على عمليه تأكسد بصوره مستقله دون عمليه اختزال وبالعكس

س وزاري تزداد قيمه PH لمحلول قطب الهيدروجين القياسي عندما يكون كاثود

ج / بما ان قطب الهيدروجين كاثود اذن يحدث اختزال لايوناته $2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$

لذا يقل تركيز $[H^+]$ فيزداد PH لان $PH \ \alpha \ \frac{1}{[H]}$

س : تتحول جزيئات غاز الهيدروجين الي ايونات الهيدروجين عندما يكون قطب الهيدروجين القياسي ---أنود-------

ملاحظة :

تم أعتبار جهد قطب الهيدروجين القياسي يساوي صفر عندما يتكون القطب من غاز H_2

(تحت ضغط 1atm ودرجة حرارة 25C° وبتركيز 1M)

انود $E^{\circ}_{anode} = 0.0$ V $\quad H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e$

كاثود $E^{\circ}_{cathode} = 0.0$ V $\quad 2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$

حساب جهود الاقطاب القياسية للعناصر

يمكن استخدام قطب الهيدروجين القياسي(SHE) لقياس الجهود القياسية للاقطاب الاخرى،
فعندما يربط هذا القطب مع اي قطب اخر لعمل خلية، سيكون

جهد الخلية القياسي مساوٍا الى مجموع الجهد القياسي لقطب العنصر مضافا له جهد قطب الهيدروجين القياسي

$E^{\circ}_{Cell} = E^{\circ}_{Red} H_2 + E^{\circ}_{Red}$ (العنصر)

وبما $E^{\circ} H_2 = 0.0$ V

E°_{Red}(العنصر) $= E^{\circ}_{Cell}$

فمعنى هذا ان **الجهد القياسي** (E°_{Red}) **لقطب العنصر سيساوي جهد الخلية نفسها .**

وعلى هذا الاساس تم قياس جهود الاختزال القياسية ($E^{\circ}_{Reduction}$) لاقطاب جميع العناصر،

وتم ترتيب هذه الجهود في جدول يعرف باسم جدول جهود الاختزال القياسية. انظر جدول 4-2

دلالة جهد الاختزال للعنصر

تعُد قيم جهود الاختزال القياسية مقياسا عمليا للقدرة على التاكسد والاختزال

أ- المادة التي لها جهد اختزال أكبر نسبيا (زادت قابلية المادة على الاختزال) لذا تعتبرعوامل مؤكسده قوية

والمادة التي لها جهد اختزال أقل نسبيا (زادت قابلية المادة على الاكسدة) تعتبرعوامل مختزلة قوية

س : أي ماده في الازواج التاليه تفضله كعامل مؤكسد تحت الظروف القياسية

Cd^{++} ام Zn^{++} / Ni^{++} ام Cr^{++} علما

$E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76$ V و $E^{\circ}_{Cd^{2+}/Cd} = -0.4$ V و $E^{\circ}_{Cr^{2+}/Cr} = -0.74$ V و $E^{\circ}_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25$ V

الحل :

Cd^{++} ام Zn^{++} ايون الكادميوم كعامل مؤكسد افضل لان جهد أختزاله اعلى من جهد اختزال الخارصين

Ni^{++} ام Cr^{++} ايون النيكل كعامل مؤكسد افضل لان جهد أختزاله اعلى من جهد اختزال الكروم

س 4 – 3 : (واجب) اي المواد في الازواج الآتية هو الافضل كعامل مؤكسد تحت الظروف القياسية. إذا علمت أنّ جهود الاختزال القياسية

$E^{\circ}_{Au3+/Au} = +1.50$ V و $E^{\circ}_{Br2/Br-} = +1.07$ V

$E^{\circ}_{Cr3+/Cr} = -0.74$ V و $E^{\circ}_{Cd2+/Cd} = -0.40$ V و $E^{\circ}_{Ag+/Ag} = +0.80$ V

أ– Br_2 ام Au^{3+} ب – H_2 ام Ag^+ ج - Cd^{2+} ام Cr^{3+}

ملاحظات :

عند حساب جهد الخلية القياسي يجب مراعاة النقاط الاتية :

1- في حاله عدم وجود معادلة تفاعل عام للخليه يتم تحديد الاقطاب (أيهما أنود وأيهما كاثود)

- **يتم اختيار قطب الكاثود للعنصر الذي يمتلك اعلى جهد اختزال قياسي (E°_{Red})**
- **و يتم اختيار قطب الانود للعنصر الذي يمتلك اقل جهد اختزال قياسي (E°_{Red}) ونقلب الاشارة**

او يتم اختيار قطب الانود للعنصر الذي يمتلك أعلى جهد تأكسد

2- في حاله وجود تفاعل عام للخليه

فيتم تحديد قطب الانود وقطب الكاثود من خلال تحديد نصفي تفاعل الاكسده والاختزال

3- عدد الالكترونات المفقوده = عدد الالكترونات المكتسبه

4- عند ضرب طرفي معادلات الاقطاب بعدد معين، فان قيمة جهدالقطب القياسي تبقى ثابتة لا تتغيرعلل؟

س وزاري 2/2014 (خ) : **عند مضاعفة تفاعل الاختزال او تفاعل التاكسد لايضاعف جهد القطب**

ج / وذلك لان الجهد من الخواص المركزة التي لا يعتمد على كمية المادة المشتركة في التفاعل وإنما يعتمد فقط على التركيزالمولاري لايونات محلول القطب

م / الخواص المركزه :وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط ودرجةالحرارة

$I_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2I^-_{(aq)}$ $\qquad E^\circ_{I_2/2I} = 0.53\ V$

$2I_{2(g)} + 4e^- \longrightarrow 4I^-_{(aq)}$ $\qquad E^\circ_{I_2/2I} = 0.53\ V$

5 - تفاعلات نصفي الخلية هي تفاعلات انعكاسية،

حيث يمكن لاي قطب ان يعمل كأنود او ككاثود، $\qquad E^\circ_{anode} = -E^\circ_{cathode}$

جهد اختزال Cu^{2+} $\quad E^\circ_{cathode} = 0.34\ V$

جهد تأكسد Cu^{2+} $\quad E^\circ_{anode} = -0.34\ V$

6 - اذا كانت قيمة جهد الخلية القياسي موجبة ($E^\circ cell = +$)تكون تفاعلات اقطابها تلقائية (خلايا منتجه للكهربائيه)

(يحدث كما هو مكتوب في المعادله)

اما اذا كانت قيمة ($E^\circ cell = -$) تكون **تفاعلات اقطابهاغير تلقائية. (خلايا مستهلكه للكهربائيه)**

(يحدث عكس ما هو مكتوب في المعادله)

ويمكن تحويل التفاعل اللاتلقائي الى تلقائي بعكس الاقطاب

7 - عند حساب جهد الخلية القياسي التي يكون احد أقطابها غاز الهيدروجين :

أ- يتم اختيار قطب الانود للعنصر الذي يمتلك جهد اختزال اقل من جهد اختزال H_2

ب - و يتم اختيار قطب الكاثود للعنصر الذي يمتلك جهد اختزال اعلى من جهد اختزال H_2

8 – المادة التي جهد أختزالها أعلى يعتبر جهد تاكسدها ألاقل

مثال : خلية مكونة من قطب الهيدروجين كاثود وقطب الخارصين انود .احسب جهد الاختزال القياسي لقطب الخارصين، اذا علمت ان جهد الخلية القياسي الذي تمت قراءته في مقياس الجهد يساوي 0.763 V +.

$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$ $\qquad E^\circ_{cathode} = 0.0V$

$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e$ $\qquad E^\circ_{anode} = ?$

الحل /

(أنود) $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e$

(كاثود) $2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$

$2H^+_{(aq)} + Zn \longrightarrow H_{2(g)} + Zn^{2+}$

$E^\circ cell = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode} \Longrightarrow 0.763 = E^\circ_{anode} + 0$

$E^\circ_{anode} = 0.763\ V$

يمثل جهد تأكسد الخارصين لانه انود

جهد تأكسد Zn = جهد أختزاله ولكن بعكس الاشاره

$E^\circ_{cathode} = -E^\circ_{anode}$

$E^\circ_{cathode} = -0.763\ V$

مثال 4 – 5 : اكتب تفاعلات نصفي خلية دانيال وتفاعلها العام، واحسب جهد الخلية القياسي .اذا علمت ان جهود الاختزال القياسيه $E^\circ_{Zn2+/Zn} = -0.76\ V$ **و** $E^\circ_{Cu2+/Cu} = +0.34V$

الحل / **بما ان** E° **اختزال Cu** $<$ E° **اختزال Zn**

اذن نختار قطب النحاس **ككاثود** وقطب الخارصين **انوداً**

$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e$ $\quad E^\circ_{anode} = 0.76$

$Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$ $\quad E^\circ_{cathode} = 0.34V$

$Zn_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(S)}$

$E^\circ cell = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$

$E^\circ cell = (+0.76\ V) + (+0.34\ V) = 1.1\ V$ تلقائي

طريقه ثانية :

ويمكن حساب جهد خلية دانيال القياسي باستخدام العلاقة : على شرط ان ناخذ قيم جهود الاختزال القياسية من الجدول مباشرةً بدون تغيير وعلى الشكل الاتي :

$E^\circ cell = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$

$E^\circ cell = 0.34\ V - (-0.76\ V) = 1.10\ V$

تمرين 4 – 4 : خلية مكونة من قطب الهيدروجين كأنود وقطب النحاس ككاثود .احسب الجهد القياسي لقطب النحاس، اذا علمت ان جهد الخلية القياسي الذي تمت قراءته في مقياس الجهد يساوي +0.337 V. ج : +0.337V

تمرين 4- 5 : احسب جهد الخلية القياسي لخلية تم عملها من قطب الكادميوم cd المغمور في محلول 1M من نترات الكادميوم و قطب الكروم المغمور في 1M نترات الكروم اذا علمت أن جهود الأختزال القياسية

$E^\circ_{Cd2+/Cd} = -0.40V$ $\quad E^\circ_{Cr3+/Cr} = -0.74V$ ج : +0.34V

دلاله قيمه جهد الخليه الكلفانية

تدل قيمه جهد الخليه على قابليه المواد المتفاعله لتكوين نواتج

1 - فاذا كانت قيمه جهد الخليه بالموجب ($E^\circ cell = +$) فان التفاعل يكون تلقائي $\Delta G = -$

2 - اذا كانت قيمه جهد الخليه بالسالب ($E^\circ cell = -$) فان التفاعل يكون غيرتلقائي $\Delta G = +$

عندما يعبر عن الخليه كتابة

فالقطب الذي يقع الى جهه اليسار يعتبر قطب الانود ونقلب أشاره جهد أختزاله

أما القطب الذي يقع الى جهه اليمين يعتبر قطب كاثود

س : هل يحدث التفاعل الآتي في الظروف القياسية بصورة تلقائية ام لا.

$2Cr_{(S)} + 3Zn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow 2Cr^{3+}_{(aq)} + 3Zn_{(S)}$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسيه $E^\circ_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V$ / $E^\circ_{Cr^{+3}/Cr} = -0.74$

الحل / **نكتب تفاعل نصفي الخليه التأكسد والاختزال (اعتمادا على المعادله العامه وليس على قيم جهود الاختزال)**

$2 \times (Cr_{(S)} \longrightarrow Cr^{3+}_{(aq)} + 3e)$ (نقص عدد التأكسد) $\quad E^\circ_{Cr+3/Cr} = +0.74$

$3 \times (Zn^{2+} + 2e \longrightarrow 3Zn_{(S)})$ $\quad E^\circ_{Zn+2/Zn} = -0.76\ V$

$E^\circ cell = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode} = (+0.74\ V) + (-0.76\ V) = -0.02\ V$ لايحدث بصوره تلقائيه

تمرين 4-6 : هل يمكن حدوث كل من التفاعلات التأكسد والأختزال الممثلة بالمعادلات التالية تحت الظروف القياسية بشكل تلقائي اذا علمت أن جهود الأختزال القياسية $E^\circ_{Co2+/Co} = -0.28V$ $\quad E^\circ_{Ni2+/Ni} = -0.25V$

$E^\circ_{Fe2+/Fe} = -0.44V$ $\quad E^\circ_{Au2+/Au} = +1.50V$

$Ni_{(s)} + Co^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Co_{(s)}$

$3Fe_{(s)} + 2Au^{3+} \longrightarrow 3Fe^{2+}_{(aq)} + 2Au_{(s)}$

ج : 1- $E^\circ = -0.03$ غير تلقائي

2 - $E^\circ = +1.94$ تلقائي

س وزاري : اريد من احد الطلبه كتابه تفاعل لخليه فولتائيه اقطابها مكونه من الكوبلت والكلور القياسين فكتبه بالشكل $Cl_2 + Co \longrightarrow Co^{2+} + 2Cl^-$ **اكان تعبير الطالب صحيحا ام خاطئا في كتابه التفاعل ولماذا**

علما ان $E^\circ_{Co2+/Co} = -0.28V$ **و** $E^\circ Cl_2 = 1.36V$ **ج / كان تعبير الطالب خاطئا**

س وزاري : بين اتجاه التفاعل $Cu + Cd^{2+} \longrightarrow Cu^{2+} + Cd$

علماان $E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$ **و** $E^\circ_{Cd^{2+}/Cd} = -0.4\ V$ **ج / التفاعل غير تلقائي**

أنواع الاقطاب

تتكون اي خلية كلفانية من قطبين هما الانودوالكاثود ومن الانواع الشائعة من الاقطاب المستخدمة في بناءالخلايا الكلفانية

1 - قطب الفلز / ايون الفلز	2 - القطب الغازي	3 - أقطاب التأكسد
يتكون هذا النوع من الاقطاب من غمر لوح من الفلز في محلول ايوناته مثال ذلك قطب الخارصين Zn^{2+} / Zn الذي يتكون من غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات الخارصين، ويمكن استخدامه كأنود او ككاثود اختزال(الكاثود) $Zn^{2+} + 2e \longrightarrow Zn$ تأكسد (الانود) $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e$	ويتكون من ضخ غاز بضغط معين داخل محلول يحتوي على ايونات ذلك الغاز مثال ضخ غاز الهيدروجين بضغط 1 atm في محلول يحتوي على ايونات الهيدروجين كمحلول HCl تأكسد (الانود) $H_{2(g)} \longrightarrow 2H^{+} + 2e$ مثال : ضخ غاز الكلور في محلول يحتوي على ايونات الكلور كمحلول HCl او NaCl اختزال(الكاثود) $Cl_{2(g)} + 2e \longrightarrow 2Cl^{-}$	تتكون عادة من غمرسلك من البلاتين اوعمودمن الكرافيت في محلول يحتوي على ايونات عنصر له حالتي تأكسد مختلفتين مثال :غمر سلك من البلاتين في محلول يحتوي على ايونات Fe^{2+} و Fe^{3+} $Fe^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{3+}_{(aq)} + e^{-}$

شرح كتابة الخلية الكلفانية

1-القطب الفلزي

للتعبير عن قطب فلز / ايون الفلز

مثال : قطب الخارصين المغمور في محلول كبريتات الخارصين في تفاعل الاختزال الذي يعبر عنه كالآتي :

كتابه (الكاثود) : لتفاعل نصف الخلية	كتابه (الانود) : لتفاعل نصف الخلية
اختزال(الكاثود) $Zn^{2+}_{(aq)} + 2e \longrightarrow Zn_{(S)}$ يعبرعن كتابه (الكاثود) : Zn^{2+} (1 M) | Zn يمثل الخطا العمودي لتبيان الحد الفاصل بين الطورين الصلب والمحلول المائي (aq)	تأكسد (الانود) $Zn_{(S)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e$ يعبرعن كتابه (الانود) : Zn | Zn^{2+} (1M) يمثل الخطا العمودي لتبيان الحد الفاصل بين الطورين الصلب والمحلول المائي (aq)

2-القطب الغازي

اما التعبير عن القطب الغازي كتابة فيمكن توضيحه في التعبير عن قطب الهيدروجين أو الكلوركتابةً

كتابه (الكاثود) : لتفاعل نصف الخلية	كتابه (الانود) : لتفاعل نصف الخلية
اختزال (الكاثود) $2H^{+}_{(aq)} + 2e \longrightarrow H_{2(g)}$ $Cl_{2(g)} + 2e \longrightarrow 2Cl^{-}_{(aq)}$ يعبرعن كتابه (الكاثود) : H^{+} (1 M) | H_2 (1 atm) | Pt Cl^{-} (1 M) | Cl_2 (1 atm) | Pt	تفاعل تأكسد (الانود) $H_{2(g)} \longrightarrow 2H^{+} + 2e$ $2Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e$ يعبرعن كتابه (الانود) : . Pt | H_2 (1atm) | H^{+} (1 M) Pt | Cl_2 (1atm) | Cl^{-} (1 M)

3-اقطاب التأكسد والاختزال

اما اقطاب التأكسدوالاختزال فيعبرعن القطب كتابة على الصورة التالية لقطب يحتوي محلوله على ايونات Fe^{2+} و Fe^{3+}

كتابه (الكاثود) : لتفاعل نصف الخلية	كتابه (الانود) : لتفاعل نصف الخلية
اختزال (الكاثود) $Fe^{3+}_{(aq)} + e \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$ يعبرعن كتابه (الكاثود) :. Fe^{3+} (1 M) ; Fe^{2+} (1 M) | Pt	تفاعل تأكسد (الانود) $Fe^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{3+}_{(aq)} + e$ ويعبرعن كتابه (الانود): Pt | Fe^{2+} (1 M) ; Fe^{3+} (1 M)

4 – كتابه الخلية

تفاعل الاختزال عند الكاثود || تفاعل التأكسد عند الانود

وللتعبير عن الخلية كتابةً يكتب تفاعل التأكسد عند قطب الانود على اليسار، اما تفاعل الاختزال عند قطب الكاثود فيكتب على اليمين ويفصل بينهما عادة خطان عموديان متوازيان يمثلان الجسر الملحي في الخلية.

مخطط عن التعبير عن الخلية الكلفانية كتابة

	تفاعل الاختزال عند الكاثود || تفاعل التأكسد عند الانود
أ – القطب الفلزي	رمز الفلز	رمزايون الفلز (التركيز المولاري)		رمز ايون الفلز (التركيز المولاري)	رمز الفلز Cu	Cu^{2+} (1M)		Cu^{2+} (1M)	Cu
ب – القطب الغازي	Pt	جزيئه الغاز (1atm)	ايون الغاز (1M) || ايون الغاز (1M)	جزيئه الغاز (1atm)	Pt Pt	Cl_2 (1atm)	Cl^- (1M) || H^+ (1M)	H_2 (1atm)	Pt
ج – أقطاب التأكسد	Pt	رمزالايون الاصغر(M) ; رمزالايون الاكبر(M)		رمزالايون الاكبر(M) ; رمزالايون الاصغر(M)	Pt Pt	Sn^{4+} (1 M) ; Sn^{2+} (1 M)		Fe^{3+} (1 M) ; Fe^{2+} (1 M)	Pt

ملاحظه : يهمل معامل الايون او العنصر او الغاز عند التعبير عن القطب او الخليه كتابه

مثال : عبر عن تفاعل خلية دانيال كتابة $Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

ج / يعبر عن هذه الخلية كتابة على الصورة الاتية :

تفاعل الاختزال عند الكاثود || تفاعل التأكسد عند الانود

$$Zn \mid Zn^{2+}\ (1\ M) \parallel Cu^{2+}\ (1\ M) \mid Cu$$

مثال 4 – 6 : اكتب تفاعلات نصفي الخلية التي تفاعلها العام كالاتي ثم عبر عنها كتابه.

$$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

الحل /

تفاعل تأكسد (الانود) $Zn_{(S)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e$ (زاد العدد التأكسدي)

اختزال (الكاثود) $2H^+_{(aq)} + 2e \longrightarrow H_{2\,(g)}$ (قل العدد التأكسدي)

ويعبر عن هذه الخلية كتابةً على الصورة الاتية :

$$Zn \mid Zn^{2+}(1\ M) \parallel H^+(1\ M) \mid H_2\ (1\ atm) \mid Pt$$

س وزاري : عبر احد الطلبه عن الخليه الفولتائيه الاتيه كتابه $Pt \mid H_2\ (1atm) \mid H^+\ (1M) \parallel Cu^{2+}\ (1\ M) \mid Cu$

بين هل كان الطالب موفقا ام لا علما $E°_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$

الحل /

$H_2^0 \longrightarrow 2H^+ + 2e$ (زاد العدد التأكسدي) $E°_{anode} = 0.0V$

$Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu^0$ (قل العدد التأكسدي) $E°_{Cathode} = +0.34V$

$$H_2 + Cu^{2+} \longrightarrow 2H^+ + Cu$$

$$E°cell = E°_{anode} + E°_{cathode} = (+0.0\ V) + (0.34\ V) = +0.34\ V$$

الخليه تعمل لان جهد الخليه موجب القيمه عليه فالطالب موفقا في عمله

تمرين 4 - 7 : التفاعل العام لخلية كلفانية هوالآتي : $Cl_{2\ (g)} + 2Ag_{(s)} \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)} + 2Ag^+_{(aq)}$

عبر عن الخلية كتابةً عند الظروف القياسية ثم بين تفاعلي التأكسد والاختزال.

س 4 – 13 :هل يجري التفاعل المعبر عنه ادناه تلقائيا ام لا في الخليه الاتيه ؟

علما ان الجهود الاختزاليه $E°_{Fe^{+3}/Fe^{+2}} = 0.77\ V$ و $E°_{Br_2/Br^-} = 1.07\ V$

$Pt \mid Fe^{2+}(1\ M)\ ;\ Fe^{3+}(1\ M) \parallel Br^-(1\ M) \mid Br_2\ (1\ atm) \mid Pt$

ج/ $E°_{cell} = 0.3\ V$ يمكن

س 4 – 28 وزاري2/2014 للخليه الاتية : $Al \mid Al^{3+}(1\ M) \parallel Cd^{2+}(1\ M) \mid Cd$

اذا علمت ان جهد الخليه القياسي يساوي (1.26 V) وجهد الاختزال القياسي للكادميوم يساوي $E°_{cd^{2+}/cd} = -0.4\ V$ **احسب جهد الاختزال القياسي للالمنيوم**

ج/ $E°_{Al^{+3}/Al} = -1.66V$

العمليات التي تجري عند الانود والكاثود وتلقائيتها

اذا كان التفاعل تلقائي

1- العمليات التلقائية التي تجري عند الانود

أ – يذوب أو يتاكل (يتأكسد) العنصر ومن ضمنها غاز الهيدروجين عند قطب أنود متحولا من ذره الى أيون

أنود (تأكسد) $Zn_{(S)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e$

$H_{2(g)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e$

ب – اما بقيه الغازات مثل Cl_2 و Br_2 تتحرر عند قطب الانود (تأكسد) متحولا من أيون الى جزيئه

$2Cl^-_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e$

ولحل مثل هذا النوع من الاسئلة ؟ (تأتي بصيغة : هل يذوب الفلز هل يتحرر غاز الكلور هل ....)

نعتبر(الفلز الذائب أو الغاز المتحرر) أنود ونعكس أشاره جهد اختزاله والماده الاخرى تعتبر كاثود

ثم نجد جهد الخليه القياسي فاذا كان موجب القيمه فالجواب نعم (يذوب الفلز أو يتحرر غاز Cl_2)

اما اذا كان سالب فالجواب لايذوب

2 - العمليات التلقائية التي تجري عند الكاثود

أ - يترسب أو يطلى (يختزل) ايونات الفلزات عند قطب كاثود (اختزال) متحولا من أيون الى ذره

اختزال(الكاثود) $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e \longrightarrow Cu_{(S)}$

ب - يتحرر غاز H_2 (فقط)عند قطب كاثود (اختزال) لان أيوناته الموجبه تعاني اختزال

$2H^+_{(aq)} + 2e \longrightarrow H_{2(g)}$

وتذوب بقيه الغازات مثل Cl_2 و Br_2 عند قطب الكاثود

$Cl_{2(g)} \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)} + 2e$

ولحل مثل هذا النوع من الاسئله ؟ (تأتي بصيغه : هل يترسب الفلز هل يتحرر غاز الهيدروجين هل ....)

نعتبر (الفلز المترسب أو غاز H_2) كاثود والماده الاخرى أنود ونعكس أشاره جهد اختزالها

ثم نجد جهد الخليه القياسي (E°_{cell}) فاذا كان موجب القيمه فالجواب نعم (يترسب الفلز أويتحرر غاز H_2)

اما اذا كان سالب فالجواب لايترسب

أمثله وزارية :

مثال : هل يمكن لايون الحديد III Fe^{+3} أن يختزل غاز Br_2 في الخليه التاليه ؟

$$Pt\,|\; Fe^{2+}(1\,M)\;;\; Fe^{3+}(1\,M)\;||\; Br^-(1\,M)\;|\; Br_2(1\,atm)\;|\; Pt$$

علما ان الجهود الاختزاليه $E^\circ_{Fe^{+2}/Fe^{+3}} = 0.77\,V$ و $E^\circ_{Br_2/Br^-} = 1.07\,V$

الحل /

$Fe^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{3+}_{(aq)} + 1e$ $\quad E^\circ_{anode} = -\,0.77\,V$

$\frac{1}{2}Br_2 + 1e \longrightarrow Br^-_{(aq)}$ $\quad E^\circ_{cathode} = 1.07V$

التفاعل تلقائي $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode} = (-0.77\,V) + (1.07\,V) = 0.3\,V$

اذن التفاعل تلقائي (الخليه تعمل) ويستطيع ايون الحديد اختزال غاز البروم

س وزاري : محلول يحتوي على ايونات الهيدروجين بتركيز 1M وغاز الهيدروجين تحت ضغط 1 atm هل بامكان هذا المحلول من اذابه فلز الفضه المغمور في محلول لايوناتها بتركيز 1 M علما ان $E^\circ_{Ag^+/Ag} = +\,0.80\,V$

الحل / في حاله حصول تفاعل فان فلز الفضه يتأكسد(يذوب)عند الانود وعليه فان تفاعل نصفي الخليه هما

$2Ag \longrightarrow 2Ag^+ + \cancel{2e}$ $\quad E^\circ_{anode} = -\,0.80V$

$2H^+ + \cancel{2e} \longrightarrow H_2$ $\quad E^\circ_{Cathode} = 0.0V$

$2Ag + 2H^+ \longrightarrow 2Ag^+ + H_2$

لايستطيع لان قيمة جهد الخلية سالب $E^\circ cell = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode} = (-0.80\,V) + (0.0\,V) = -\,0.80\,V$

بما ان قيمه جهد الخليه سالب فان التفاعل لايتم تلقائيا اي لايستطيع قطب الهيدروجين من اذابه فلز الفضه (أكسدته)

تمرين 4 - 8 : وزاري 2014 /2 (خ) هل بامكان محلول HCl اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^+ بتركيز (1M) للخلية التالية $Ag\;|\;Ag^+(1\,M)\;||\;H^+(1\,M)\;|\;H_2(1\,atm)\;|\;Pt$ علما ان جهد الاختزال القياسي للفضة $E^\circ_{Ag^+/Ag} = 0.8V$ (معلومة :يقصد بذوبان الفلز في المحلول هي حدوثه بشكل تلقائي) ج / لايذيب الفلز

س 4 -12 : ايهما يحررالهيدروجين في محلول ايونات الالمنيوم اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي للالمنيوم $E^\circ = {}_{Al^{+3}/Al} = -\,1.66\,V$ ام محلول ايونات الذهب الذي جهد اختزاله القياسي $E^\circ = {}_{Au^{+3}/Au} = 1.5\,V$ ج/ Al

س وزاري : محلول يحتوي على ايونات H^+ بتركيز 1 M وتحت ضغط 1atm من غاز الهيدروجين هل بامكان هذا المحلول اذابه فلز النيكل الموجود في محلول يحتوي على ايونات النيكل Ni^{2+} بتركيز 1M علما و $E^\circ_{Ni^{2+}/Ni} = -\,0.25\,V$ ج /يمكن الاذابه

س وزاري : هل يستطيع قطب الكلور ان يرسب فلز الفضة من محلول ايوناته ؟علما ان جهد اختزال الفضة $E^\circ_{Cl_2/Cl^{1-}} = 1.36\,V$ و $E^\circ_{Ag^{+1}/Ag} = 0.8\,V$ ج / لايستطيع الترسيب لان $E^\circ_{Cell} = -\,0.56\,V$

س وزاري 2012/2 :أحسب جهد أختزال قطب الهيدروجين في الماء النقي في 25C° وأذا سقطت قطعة من الحديد في الماءهل ان جهد أختزال الحديداوطأ ام اعلى من جهداختزال الهيدروجين علما ان الحديديحررغازالهيدروجين ج / جهداختزال الحديد اوطاء من الهيدروجين

حفظ محاليل الايونات الفلزيه في اواني مصنوعه من عناصر فلزية

عندما يراد حفظ محلول لايونات فلز في اناء مصنوع من فلز اخر فان ذلك يتطلب عدم حصول تفاعل بين الاناء (الفلز) والمحلول أي عدم حصول اكسده الاناء واختزال ايونات المحلول (أي تكون قيمه جهد الخليه سالبه)

لغرض معرفة هل يتم الحفظ ام لا

1- نعتبرالمحلول (الايون) المراد حفظه كاثود

2 – نعتبر الفلز (الاناء) المراد الحفظ فيه أنود

3 – نستخرج $E°_{cell}$ للخليه ومن اشاره $E°_{cell}$ نستنتج

أ – اذا ظهر التفاعل $E°_{cell}$ = + (تلقائي) لايمكن حفظ المحلول

ب - اذا ظهر التفاعل $E°_{cell}$ = - (غير تلقائي) يمكن حفظ المحلول

وبالامكان ان نعتبر المحلول انود والاناء كاثود ونجد جهد الخليه

فاذا كان موجب يمكن الحفظ وان كان سالب لايمكن الحفظ

س : وزاري 2013 :هل يمكن حفظ محلول نترات الكوبلت $Co(NO_3)_2$ في اناء مصنوع من الخارصين ام النحاس بين ذلك ؟ علما ان الجهود الاختزال القياسيه $E°_{Cu^{+2}/Cu}$ = 0. 34 V و $E°_{Co^{2+}/Co}$ = - 0.28 V و $E°_{Zn^{+2}/Zn}$ = - 0. 76V

الحل / لحفظ محلول نترات الكوبلت يجب ان تكون لايحصل التفاعل بشكل تلقائي ($E°_{Cell}$ = -)

نجعل أيونات المحلول تمثل قطب الكاثود

ونختار للانود (الاناء الفلزي) الذي الفلز الذي جهد اختزاله أعلى من الكوبلت لكي تكون $E°_{Cell}$ = -

م / المادة التي جهد أختزالها أعلى يعتبر جهد تاكسدها ألاقل (تقل قابليتها على الاكسدة)

وعليه نختار فلز النحاس Cu لان جهد أختزاله اعلى من الكوبلت

نجعل النحاس انود (ونعكس أشاره جهد اختزاله)

$$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e \qquad E°_{anode} = -0.34V$$
$$Co^{2+} + 2e \longrightarrow Co \qquad E°_{Cathode} = -0.28V$$

$$Cu + Co^{2+} \longrightarrow Cu^{2+} + Co$$

$$E°cell = E°_{anode} + E°_{cathode}$$
$$E°cell = (-0.34\ V) + (-0.28\ V) = -0.62\ V$$

بما ان اشاره E °cell = - اذن التفاعل غير تلقائي (الخليه لاتعمل) والاختيار مقبول

ويمكن حفظ نترات الكوبلت في اناء من النحاس

أما اذا وقع الاختيار على فلز الخارصين (كأناء فلزي)

نجعل الخارصين انود (ونعكس أشاره جهد اختزاله)

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e \qquad E°_{anode} = 0.76V$$
$$Co^{2+} + 2e \longrightarrow Co \qquad E°_{Cathode} = -0.28V$$

$$Zn + Co^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Co$$

$$E°cell = E°_{anode} + E°_{cathode}$$
$$E°cell = (+0.76\ V) + (-0.28\ V) = +0.52\ V$$

E °cell = + اذن التفاعل تلقائي (الخليه تعمل) والاختيارغير مقبول

ولايمكن حفظ محلول نترات الكوبلت في اناء من الخارصين

واجب

س 4 – 16 :وزاري (2015/2) :هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في أناء من النحاس؟ علما أنّ جهود الاختزال القياسية $E°_{Cu^{+2}/Cu}$ = 0. 34 V و $E°_{Na^{+}/Na}$ = - 2.7 V
ج / يمكن الحفظ E °cell = - 3.04 V

س 4 – 17 : وزاري 2014 هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من النيكل ام لا يمكن ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علما ان الجهود الاختزال القياسيه $E°_{Cu^{+2}/Cu}$ = 0. 34 و $E°_{Ni^{2+}/Ni}$ = - 0.24
ج/لايمكن الحفظ E °cell = 0.58 V

س وزاري : طلب من احد الطلبه في المختبر حفظ كبريتات النحاس II فقام بحفظها بقنينة مصنوعة من الالمنيوم اكان الطالب موفق في عمله علما ان $E°_{Cu^{2+}/Cu}$ = 0. 34 V و $E°_{Al^{3+}/Al}$ = - 1.66 V
ج / الطالب غير موفق

س وزاري : هل يمكن حفظ محلول نترات الفضة في اناء من الالمنيوم علما $E°_{Ag^{+1}/Ag}$ = 0.8 V / $E°_{Al^{3+}/Al}$ = - 1.66 V
ج / لايمكن الحفظ لان التفاعل تلقائي $E°_{Cell}$ = 2.46 V

س وزاري : لايصح حفظ محلول كبريتات النحاس(II) في اناء من الخارصين علل ذلك علما $E°_{Cu^{2+}/Cu}$ = 0.34 V / $E°_{Zn^{2+}/Zn}$ = - 0.76 V
ج / لايصح الحفظ لان التفاعل تلقائي $E°_{Cell}$ = 1.1 V

س وزاري 3/2016 هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$ في اناء من النيكل ام لا يمكن ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علما ان الجهود الاختزال القياسيه $E°_{Zn^{2+}/Zn}$ = - 0.76 V و $E°_{Ni^{2+}/Ni}$ = - 0.24
ج/ يمكن الحفظ E °cell = - 0.51 V

العلاقه بين جهد الخليه E_{cell} وطاقه كبس الحره ΔG وثابت الاتزان K_{eq}

ان الخلايا الكلفانية تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية لانجاز شغل الطاقه

الطاقه الكهربائيه بوحده الجول (J) التي تنتجها الخلية = الشحنه الكليه بوحده الكولوم (C) × جهد الخليه E_{cell} بوحده الفولت (V)

الشحنه الكليه = nF

(n) = عدد مولات الالكترونات

(F) فاراداي =96500 C / mol = الشحنه الكليه لمول واحد من الالكترونات

الطاقه الكهربائية (J) = $n F E_{Cell}$

ان الطاقه الكهربائيه الناتجه من الخلايا الكلفانيه ($n F E_{Cell}$) تساوي طاقه كبس الحره ΔG وبعكس الاشاره وعليه :

في ظروف غير قياسيه (1) $\Delta G = - n F E_{Cell}$

(العلاقه بين التغير في الطاقه الحره مع جهد الخلية)

في ظروف قياسيه (2) $\Delta G^\circ = - n F E^\circ_{Cell}$

وحده ΔG يجب ان تكون بوحده الجول (J)

$$\Delta G^\circ = - R T \ln K_{eq} \qquad (3)$$

(العلاقه بين طاقه كبس الحره ΔG° وثابت الاتزان K_{eq})

R = 8.3 ثابت الغازات في الثرموداينمك

T = 25C° + 273 = 298 K

(العلاقه بين E^o وثابت الاتزان K_{eq}) $E^\circ_{Cell} = \frac{R\,T}{n\,F} \ln K_{eq} \qquad (4)$

(عند درجة الحراره 25° C) $E^\circ_{Cell} = \frac{0.026\ (V)}{n} \ln K_{eq} \qquad (5)$

(العلاقه بين جهد الخليه القياسيه E^o وثابت الاتزان K_{eq})

- **حيث n = عدد مولات من الالكترونات التي تشترك في تفاعل التأكسد والاختزال والتي يتم حذفها عند جمع تفاعلي نصفي الخلية لايجاد التفاعل العام**
- **تستخدم هذه المعادلة فقط عندما يكون تفاعل الخلية عند درجة حرارة 25° C وضغط 1 atm**

أشتقاق العلاقة بين وثابت الاتزان Keq وجهدها القياسي

(للاطلاع الاشتقاق غير مطلوب)

$$\Delta G^\circ = - R T \ln K_{eq}$$

(العلاقه بين طاقه كبس الحره ΔG° وثابت الاتزان K_{eq})

وبالتعويض عن قيمه ΔG°

$$- R T \ln K_{eq} = - n F E^\circ_{Cell}$$

$$E^\circ_{Cell} = \frac{R\,T}{n\,F} \ln K_{eq}$$

(العلاقه بين E^o وثابت الاتزان K_{eq})

وباعاده ترتيب المعادله

وبالتعويض عن قيمه درجه الحراره 25° C (298 K)

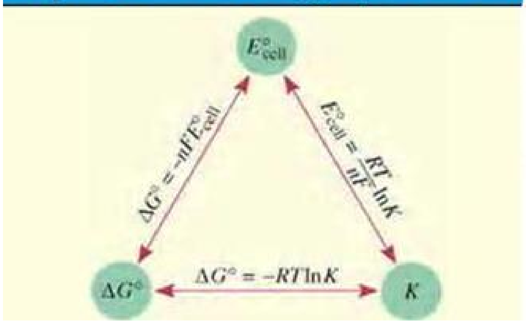
وعن قيمه R = 8.314 J / K.mol

وقيمه F = 96500 C / mol نحصل :

$$E^\circ_{Cell} = \frac{8.314\ (J/K.\ mol) \times 298\ (K)}{n\ F} \ln K_{eq}$$

$$E^\circ_{Cell} = \frac{0.026\ (V)}{n} \ln K_{eq}$$

العلاقة بين الطاقة الحرة القياسية ΔG وجهد الخلية القياسي E_{cell} وثابت الاتزان K_{eq}.



ΔG	K_{eq}	E_{cell}	التفاعل تحت الظروف القياسية
سالبة	$K_{eq} > 1$	موجبة	يفضل تكوين النواتج
صفر	$K_{eq} = 1$	صفر	النواتج والمتفاعلات متساوية بالافضلية
موجبة	$K_{eq} < 1$	سالبة	يفضل تكوين المتفاعلات

مثال 4 – 7 : خليه كلفانيه قياسيه تفاعلها العام كالاتي : $2Ag^{+}_{(aq)} + Pb_{(s)} \longrightarrow 2Ag_{(s)} + Pb^{2+}_{(aq)}$
احسب قيمه $\Delta G°$ وثابت الاتزان K_{eq} عند درجه حراره 25°C علما ان الجهود الاختزال القياسيه
$E°_{Pb^{2+}/Pb} = -0.13\ V$ و $E°_{Ag^{+}/Ag} = 0.8V$ علما ان $\ln 1 \times 10^{31} = 71.5$

الحل / نكتب تفاعلات نصفي الخلية عند الانود (تاكسد) والكاثود (اختزال)

$Pb_{(s)} \longrightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ تفاعل تأكسد (انود) $E°_{Pb^{2+}/Pb} = +0.13\ V$

$2Ag^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag_{(s)}$ تفاعل (اختزال) كاثود $E°_{Ag^{+}/Ag} = +0.8V$

$2Ag^{+}_{(aq)} + Pb_{(s)} \longrightarrow 2Ag_{(s)} + Pb^{2+}_{(aq)}$

$E°cell = E°_{anode} + E°_{cathode}$

$E°cell = (+0.13\ V) + (+0.8\ V) = 0.93\ V$

$\Delta G° = -nFE°_{Cell}$

$\Delta G° = -2 \times 96500\ (C/mol) \times 0.93\ (V) = -181420\ J/mol$

$E°_{Cell} = \frac{0.026\ (V)}{n} \ln K_{eq}$ درجه الحراره 25° C

عدد مولات من الكترونات والتي تم حذفها عند جمع تفاعلي نصفي الخلية = 2

$0.93\ V = \frac{0.026\ (V)}{2} \ln K_{eq} \Rightarrow \ln K_{eq} = \frac{0.93}{0.013}$

وباخذ مقلوب ln لطرفي العلاقه

$Keq = \ln^{-1} 71.5$

$Keq = 1.13 \times 10^{31}$

س : إحسب ثابت الاتزانّ للتفاعل الاتي : $Sn_{(S)} + Pb^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + Pb_{(S)}$
علما أنّ جهود الاختزال القياسيه $E°\ Pb^{2+}/Pb = -0.13\ V$ و $E°\ Sn^{2+}/Sn = -0.14\ V$ وان $Ln\ 2 = 0.77$

الحل /

$Sn \longrightarrow Sn^{2+} + 2e$ $E°\ Sn^{2+}/Sn = 0.14\ V$

$Pb^{2+} + 2e \longrightarrow Pb$ $E°\ Pb^{2+}/Pb = -0.13\ V$

$E°cell = E°_{anode} + E°_{cathode}$

$E°cell = (0.14\ V) + (-0.13\ V) = 0.01V$

$E°_{Cell} = \frac{0.026\ (V)}{n} \ln K_{eq} \Rightarrow 0.01\ V = \frac{0.026\ (V)}{2} \ln K_{eq}$

$\ln K_{eq} = \frac{0.01\ (V)}{0.013\ (V)} = 0.77$

وباخذ مقلوب ln لطرفي العلاقه $Keq = \ln^{-1} 0.77$

$Keq = 2$

تمرين 4-9 :وزاري 2013 (تمهيدي) احسب التغير في طاقة كبس الحرةالقياسية لتفاعل الخلية القياسي الاتية عند درجه الحراره 25° C
$3Hg_2^{2+} + 2Cr_{(s)} \longrightarrow 6Hg_{(l)} + 2Cr^{3+}_{(aq)}$
علما ان الجهود الاختزال القياسيه $E°_{Hg^{+2}/Hg} = 0.85\ V$ و $E°_{Cr/Cr^{+3}} = -0.74$ ج / - 920610 J/mol

---

تمرين 4 – 10 وزاري 3 / 2015 : لتفاعل الخليه القياسي التالي عند درجه حراره 25° C
$2Fe^{3+}_{(aq)} + 2I^{-}_{(aq)} \longrightarrow 2Fe^{2+}_{(aq)} + I_{2(g)}$
علما ان الجهود الاختزال القياسيه $E°_{Fe3+/Fe2+} = 0.77\ V$ و $E°_{I_2/I^-} = 0.53V$ وان $Ln4.8 \times 10^{7} = 17.7$
أحسب : أ -جهد الخلية القياسي. ب - طاقة كبس الحرة القياسية. ج -ثابت الاتزان ج / أ-0.24 ب- 46320- ج - 10^{8}

س 4 – 4 اكتب العلاقه التي تربط $\Delta G°$الطاقه الحره القياسيه و $E°_{cell}$ جهد الخليه القياسي مع K_{eq} ثابت الاتزان

س 4 – 5 : عند ظروف قياسيه 25°C وضغط 1atm اي تفاعل سيجري تلقائيا في محلول مائي يحتوي على ايونات Ce^{4+} و Ce^{3+} و Fe^{3+} و Fe^{2+} أحسب $\Delta G°$ و K_{eq} لذلك التفاعل اذا علمت ان الجهود القياسيه
$E°_{Fe3+/Fe2+} = 0.77\ V$ و $E°_{Ce^{4+}/Ce^{3+}} = 1.61\ V$ علما ان $Ln^{-1}\ 32.3 = 1.07 \times 10^{14}$ ج / 81060-

---

س 4-20 : لماذا يجب ان يكون جهد الخلية الكلفانية موجبا

س وزاري2017 تمهيدي: أحسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية الاتية في25° C : $Cd\ |\ Cd^{2+}(1\ M)\ ||\ Cu^{2+}(1\ M)\ |\ Cu$
اذا علمت ان جهود الاختزال القياسي $E°_{cd^{2+}/cd} = -0.4\ V$ و $E°_{cu^{2+}/cu} = 0.34\ V$ ج / $\Delta G° = -29008\ J$

س وزاري : أحسب التغير في الطاقة الحرة القياسية للخلية التالية $Co + 2Ag^{+} \longrightarrow Co^{2+} + 2Ag$
علما أن جهود الاختزال $E°_{Co^{2+}/Co} = -0.28\ V$ / $E°_{Ag^{1+}/Ag} = 0.8\ V$ ج / $\Delta G° = -208440\ J$

س وزاري : خلية فولتائية تفاعلها العام في 25C° $Ni + 2H^{+} \longrightarrow Ni^{2+} + H_2$
جهدها القياسي يساوي (0.25V) أحسب التغير في الطاقة الحرة ثم عبرعن الخلية كتابة ج / $\Delta G° = -48250\ J$

اعتماد جهد الخلية على التركيز (معادلة نيرنست)

(هي معادله تربط جهد الخليه غير القياسي (E_{Cell}) مع جهد الخليه القياسي (E°_{Cell}) عندما يكون أحد أو جميع المواد المشاركه ذات تركيز لايساوي الواحد الصحيح مع الجهد القياسي وفي درجات حراره مختلفه)

لقد تم الاعتماد في تفاعلات التاكسد والاختزال التي فيها المواد المتفاعلة والناتجة لتفاعلات الاقطاب في حالتها القياسية، وهي ان تركيزها المولاري يساوي الواحد الصحيح 1M = [ ]

ولكننا نحتاج ايضاً في احيان كثيرة الى التعامل مع تراكيز تختلف عن تراكيز تختلف عن (1M) لذا من الضروري ايجاد علاقة تربط جهد الخلية غير القياسي Ecell مع تراكيز مكونات الخلية. (عندما [ ] ≠ 1)

هذه العلاقه أوجدها العالم الالماني نيرنست

لنفرض ان معادله تفاعل الخليه هو : $aA + bB \longrightarrow gG + hH$

(علاقه تربط الطاقه الحره القياسيه ΔG° مع الطاقه الحره غيرالقياسيه)

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

$$\Delta G^\circ = -nF E^\circ_{Cell}$$

$$-nF E_{Cell} = -nF E^\circ_{Cell} + RT \ln Q$$

وبالقسمه على -nf نحصل على معادله نيرنست :

(معادلة نيرنست) : اعتماد جهد الخلية على التركيز (عندما [ ] ≠ 1)

(معادله نيرنست) $E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{RT}{nF} \ln Q$ **(عند اي درجه حراره)**

(معادله نيرنست علاقه تربط E_{Cell} مع E°_{Cell})

- E_{Cell} = **القوه الدافعه الكهربائيه = جهد الخليه غير القياسي (عندما [ ] ≠ 1)**
- E°_{Cell} = **تمثل جهد الخلية القياسي (عندما [ ] = 1)**
- R = **الثابت العام للغازات ويساوي 8.314 J / K.mol**
- F = **ثابت فراداي ويساوي 96500 C / mol**
- n = **عدد مولات الالكترونات التي تشترك في تفاعل التأكسد والاختزال**
- T = **درجه الحراره المطلقه**
- Q = **يمثل حاصل قسمه تراكيز المواد الناتجه على تراكيز المواد المتفاعله**

$$Q = \frac{[G]^g\ [H]^h}{[A]^a\ [B]^b}$$

وعند درجه حراره الغرفه 25°C فان معادله نيرنست للتفاعل العام تصبح كالاتي :

(معادله نيرنست) $E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026}{n} \ln Q$ **(عند درجه حراره 25°C)**

ملاحظات :

1 - **لحساب جهد الخلية**

أ- نكتب تفاعل الخليه العام ب – نحسب جهد الخليه القياسي

2- عندما يذكر ان أحد الاقطاب في ظروفه القياسية نعوض تركيزه (1M)

3- لحساب جهد الخلية لقطب واحد (نجعل هذا القطب كاثود ونكتب معادلة الاختزال)

4 - تكون قيمه $E^\circ_{Cell} = E_{Cell}$ عندما تكون تراكيز المواد الناتجه والمتفاعله بحالتها القياسية = (1M)

حيث تصبح قيمه Q = 1 ⟸ ln 1 = صفر

5- تراكيز الماده الصلبه والسائله والغازية في التفاعل العام للخليه = 1 لذا لاتظهر في حاصل القسمه

6 - في الخلايا غير القياسيه يتم التأكد من تلقائيه او لاتلقائيه التفاعل وذلك عن طريق حساب جهد الخليه غير القياسي

7-عند ربط قطبين لنفس العنصرويختلفان في تركيزهما نجعل ذو التركيزالواطيء أنود والمحلول ذوالتركيزالعالي كاثود

8 - ln10 = 2.3 و ln100 = 4.6

أثراء

- **العلاقه التاليه** $E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026}{n} \ln Q$

عند الاتزان يتناقص جهد الخليه تدريجيا باستمرا تفريغها الكهربائي بسبب الاستهلاك اي يصبح جهد الخليه يساوي صفر عندما يصل التفاعل حاله الاتزان وبالتعويض عن $E_{Cell} = 0$ تصبح معادله نيرنست بالشكل التالي

$E^\circ_{Cell} = \frac{0.026\ V}{n} \ln Keq$ **(علاقه E°_{Cell} مع ثابت الاتزان Keq)**

1- حيث Keq = Q عند الاتزان 2- عند 25C°

تمكننا معادله نيرنست من حساب E_{Cell} كدالة لتراكيز المواد المتفاعلة والناتجة في تفاعل الخلية.

تمكننا معادله نيرنست من حساب E_{Cell} كدالة لتراكيز المواد المتفاعلة والناتجة في تفاعل الخلية.

مثال 4 – 8 : : وزاري 2013 (خارج العراق) أحسب جهد الخليه E_{Cell} وعند درجة الحراره 25°C للخليه التي تفاعلها العام :

$$2\,Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} \longrightarrow 2\,Ag_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)}$$

أذا علمت ان تراكيز الايونات $[Cu^{2+}] = 0.01\ M$ و $[Ag^+] = 0.01\ M$

وجهود الاختزال القياسيه $E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34\ V$ و $E^\circ_{Ag^+/Ag} = 0.8$ و $Ln100 = 4.6$

الحل /

نكتب تفاعلات نصفي الخلية عند الانود(تأكسد)والكاثود(اختزال)

$$Cu_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^\circ_{anode} = -\ 0.34V$$

$$2\,Ag^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow 2\,Ag_{(S)} \qquad E^\circ_{cathode} = 0.80V$$

التفاعل العام للخلية

$$2\,Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} \longrightarrow 2\,Ag_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)}$$

$$E^\circ cell = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$$

$$E^\circ cell = (-\ 0.34\ V) + (+\ 0.8\ V) = 0.46\ V$$

وبما ان درجة الحراره 25° C ولان عدد مولات من الكترونات والتي تم حذفها عند جمع تفاعلي نصفي الخلية = 2

$$E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Cu^{+2}]}{[Ag^+]^2}$$

$$E_{Cell} = 0.46\ V - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[0.01]}{[0.01]^2}$$

$$E_{Cell} = 0.46\ V - \frac{0.026}{2} \ln 10^2$$

$$E_{Cell} = 0.46\ V - \frac{0.026}{2} \times \ln 100$$

$$E_{Cell} = 0.46\ V - 0.013 \times 4.6$$

$$E_{Cell} = 0.46\ V - 0.06 = 0.40\ V$$

ملاحظه : معادله نيرنست يمكن ان تحسب أ – لجهد الخلية ب- لقطب واحد (كما في الامثله التالية)

س وزاري : أحسب جهد قطب النحاس الذي تركيز ايون النحاس فيه 0.01 M علما $E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34\ V$

علما ان $Ln10 = 2.3$

الحل / عند وجود قطب لوحده في الظروف غير القياسيه (عندما [ ] ≠ 1)

نعتمد على الجهود المعتمدة (الجهود المعتمدة هي جهود أختزال)

نجعل هذا القطب كاثودا ونطبق عليه معادله نيرنست

نكتب معادله الاختزال

$$Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$$

$$E_{Cu} = E^\circ_{Cu^{2+}/cu} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

$$E_{Cell} = 0.34 - \frac{0.026\ (V)}{2} \ln \frac{1}{0.01}$$

$$E_{Cell} = 0.34 - \frac{0.026}{2} \ln 10^2$$

$$E_{Cell} = 0.34 - 0.013 \times (2 \times Ln10)$$

$$E_{Cell} = 0.34 - 0.013 \times (2 \times 2.3)$$

$$E_{Cell} = 0.34 - 0.059 = 0.28\ V$$

$Ln10 = 2.3$

س وزاري : ما جهد قطب الهيدروجين الذي قيمه PH = 4 عند 25° C وتحت ضغط 1atm من غاز H_2

الحل /

$$2\,H^+_{(aq)} + 2e \longrightarrow H_{2\,(g)} \qquad E^\circ_{cathode} = 0.00V$$

$$PH = 4 \Longrightarrow [H] = 10^{-PH} = 10^{-4}$$

$$E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026\ (V)}{n} \ln \frac{[1]}{[H^+]^2}$$

$$E_{Cell} = 0 - \frac{0.026\ (V)}{2} \ln \frac{[1]}{[10^{-4}]^2}$$

$$E_{Cell} = -\frac{0.026\ (V)}{2} \ln 10^8$$

$$E_{Cell} = -\ 0.013 \times (8 \times Ln10)$$

$$E_{Cell} = -\ 0.013 \times (8 \times 2.3) = -\ 0.239\ V$$

$Ln10 = 2.3$

س وزاري : خفف محلول قطب الكاثود لخليه دانيال القياسي بالماء المقطر فانخفض جهد القطب بمقدار 0.026 V عن جهده القياسي أحسب تركيز ايونات القطب حينئذ. علما ان Ln7.4 = 2

الحل /

كاثود $Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$

$E°_{CU}$ = **جهد أختزال النحاس القياسي**

$E_{CU} = E°_{CU} - 0.026\ V$ (مقدار الانخفاض في جهد قطب النحاس عن جهده القياسي)

$$(E°_{CU} - 0.026\ V) = E°_{CU} - \frac{0.026\ (V)}{n} \ln \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

$$-0.026 = -0.013 \ln \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

$$\frac{-0.026}{-0.013} = \ln \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

$$2 = \ln \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

$$\ln^{-1} 2 = \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

$$7.4 = \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

$$[Cu^{2+}] = 0.13\ M$$

Ln 7.4 = 2
$\ln^{-1} 2 = 7.4$

تمرين 4 – 11 : 2015 (تمهيدي): باستخدام الخليه الكلفانيه لتجربه ما وجد ان E_{Cell} للخليه تساوي 0.73 V عند 25°C علما ان $[Zn^{2+}]$ = 0.1 M وضغط غاز الهيدروجين 1atm. أحسب التركيز المولاري لايونات H^+ اذا علمت ان $E°_{Zn^{+2}/Zn}$ = - 0.76 V وان Ln 10 = 2.3

ج / [H] = 0.1 M

تمرين 4 – 12 : أحسب $E°_{Cell}$ و E_{Cell} و ΔG للخليه الاتيه :

$Mg \mid Mg^{2+}\ (0.05\ M) \parallel Sn^{2+}\ (0.04\ M) \mid Sn$ اذاعلمت الجهود القياسيه

$E°_{Mg^{2+}/Mg}$ = - 2.37 V $E°_{Sn^{2+}/Sn}$ = - 0.14 V وان ln 1.25 = 0.2

ج : 2.23 V : 2.2 V : -429811 J / mol

س 4 – 6 : أكتب معادله نيرنست وعرف جميع الرموز التي تحتويها

س 4 – 7 : س : 2016 أحسب $E°_{Cell}$ و E_{Cell} و ΔG لتفاعلات الخلايا التاليه :

$$Mg_{(s)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + Sn_{(s)}$$

$[Mg^{2+}]$ = 0.05 M و $[Sn^{2+}]$ = 0.04 M

$$3\ Zn_{(s)} + 2\ Cr^{3+}_{(aq)} \longrightarrow 3\ Zn^{2+}_{(aq)} + 2\ Cr_{(s)}$$

$[Cr^{3+}]$ = 0.01 M و $[Zn^{2+}]$ = 0.001 M إذا علمت أنّ جهود الاختزال القياسية و $E°_{Sn^{2+}/Sn}$ = - 0.14 V و $E°_{Mg2+/Mg}$ = - 2.37 V و $E°_{Cr3+/Cr}$ = -0.74 V و $E°_{Zn2+/Zn}$ = - 0.76 V وان ln 1.25= 0.2 وان ln 10 =2.3

ج / 2.23 V - 2.2 V - 429811 J / mol - / 0.02 V - /0.07 V / 40530 J / mol -

س 4 – 8:احسب $E°$ للخليه المكونه من نصفي التفاعل Zn / Zn^{+2} وSHE كم سيكون جهد الخليه E_{cell} اذا كان $[Zn^{+2}]$ = 0.45 M و P_{H2} = 1atm و $[H^+]$ = 1.8 M اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي $E°_{Zn^2/Zn}$ = -0.76 V وان ln 0.14 = - 1.97

ج / 0.79 V

س 4 - 14 :أحسب جهد قطب غاز H_2 في 25° C وضغط 1atmاذا علمت ان PH المحلول الالكتروليتي = 1 علما ln10=2.3

ج / - 0.0592 V

س 4 – 21 : إحسب تركيز ايونات الخارصين في محلول قطب الخارصين إذا كأنّ جهد اختزال الخارصين غير القياسي يساوي (- 0.82 V) وجهد اختزاله القياسي $E°_{Zn^{2+}/Zn}$ = - 0.76 V وان Ln 100 = 4.6

ج / 0.01

س 4 – 22 : إحسب جهد خلية دأنّيال إذا علمت أنّ تركيز كبريتات الخارصين (0.1 M) وتركيز كبريتات النحاس (0.01 M) في درجه 25°C وأنّ الجهد القياسي للخلية يساوي (1.1 V) علما ان ln 10 = 2.3

ج / 1.07V

س 4 - 24 : : وزاري 2013/3 خليه كلفانيه تفاعلها العام في درجه 25°C

$$Cu_{(aq)}^{2+}\ (0.01\ M) + Cd_{(S)} \longrightarrow Cu_{(S)} + Cd_{(aq)}^{2+}\ (0.1\ M)$$

وجهدها القياسي يساوي (0.74 V) احسب التغير في الطاقه الحره علما ان Ln10 = 2.303

ج / ΔG = -137030

س 4 – 25 : وزاري 2015/2 : إحسب التغيير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية الآتي في درجة 25°C

$Mg \mid Mg^{2+}$ (1 M) $\|$ Br^{-} (0.1 M) $\mid$ Br_2 (1 atm) | Pt

إذا علمت أنّ جهود الاختزال القياسية $E° Br_2 / Br^{-} = +1.07$ V و $E° Mg^{2+} / Mg = -2.37$ V

Ln10 = 2.303 ج / mol / J 675500 -

س 4 – 26 : ما مقدار التغير في الطاقه الحره للخليه الاتيه في درجه 25°C علم ان 2.3×10^4 = K eq

وان التفاعل العام للخليه $2\ H^{+}_{(aq)}$ (1 M) + $Pb_{(S)} \longrightarrow H_{2\,(g)} + Pb^{2+}_{(aq)}$ (0.01 M)

وان وان Ln 2.3 = 0.83 و Ln10 = 2.303 ج / E °Cell = 0.13 / ΔG = - 36515 J / mol

---

س 4 – 27 : وزاري 2015 خلية فولتائية في درجة 25°C تفاعلها العام: تفاعلها العام :

$Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)} \longrightarrow Sn_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)}$

إذا علمت أنّ جهد الخلية غير القياسي يساوي (0.17 V) إحسب تركيز ايونات النيكل Ni^{2+}

علما أنّ قطب القصديرفي ظروفه القياسيه وان جهود الاختزال القياسيه

$E° Ni^{2+} / Ni = -0.25$ V و $E° Sn^{2+} / Sn = -0.14$ V وان Ln 0.01 = - 4.6 ج / 0.01

س 4 – 29 : خلية كلفأنّية في درجة 25° C احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1atm من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه 0.01 M إحسب الاس الهيدروجيني (P H) لمحلول قطب الهيدروجين إذا علمت أنّ مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية 48.25 kJ/mol- وأنّ جهد اختزال قطب النيكل القياسي 0.25V - علما Ln 1 = 0 ج / PH=1

ملاحظه : وحده Δ G يجب ان تكون بوحده الجول (J)

س 4 – 30 وزاري2016/2 خ : إذاعلمت أنّ جهد الخلية الآتية : $Sn \mid Sn^{2+}$ (? M) $\|$ Ag^{+} (1 M) $\mid$ Ag

عند درجة 25° C يساوي 0.9992 فولت جد تركيزايونات القصدير (Sn^{2+}) في محلول القطب علما أنّ قطب الفضة في ظروفه القياسية وجهود الاختزال القياسية $E° Sn^{2+}/Sn= -0.14$ V $E° Ag^{+}/Ag = +0.80$ V. علما Ln 0.01 = - 4.5 ج / 0.01

س 4 - 39 : خفف محلول قطب الكاثود لخليه دانيال القياسي بالماء المقطر فانخفض جهد القطب بمقدار 0.0592 V عن جهده القياسي . أحسب تركيز ايونات القطب حينئذ. Ln100 = 4.6 ج / 0.01 M

س 4 -40 : وزاري 2016/2 اذا علمت ان جهود الاختزال القياسيه/ $E° Zn^{2+} / Zn = -0.76$V و/ $E° Ag^{+} / Ag = 0.8$V

اجب عن ما يأتي :

1- ماذا تتوقع اذا علمت خليه فولتائيه تحتوي على لوحي الخارصين والفضه في محاليل من الكتروليتاتهم تركيز كل منهما 1 M . اي من القطبين يذوب وأي من ايونات محاليل القطب تترسب ولماذا ؟

2 – ما قيمه الطاقه الحره الخليه فولتائيه متكونه من قطب الخارصين القياسي وقطب الفضه في محلول من ايونات الفضه تركيزه 0.1 M علما ان LnX = 2.303 logX ج / 1 – لوح الخارصين يذوب وايونات الفضه تترسب 2 - 289500 J -

---

س وزاري 2015 (نازحين) :خلية كلفأنّية في درجة 25° C احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1atm وتركيز الهيدروجين 0.1M والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه 0.01 M إحسب مقدارالطاقة الحرة لتفاعل الخلية

علما ان جهد اختزال قطب النيكل القياسي 0.25V - علما LnX = 2.303 log X ج / 48250 J/mol-

---

س وزاري 2016 : أحسب Δ G لتفاعل الخلية التالي :

$3\ Zn_{(s)} + 2\ Cr^{3+}_{(aq)} \longrightarrow 3\ Zn^{2+}_{(aq)} + 2\ Cr_{(s)}$

$[Cr^{3+}] = 0.1$ M و $[Zn^{2+}] = 0.01$ M إذا علمت أنّ جهود الاختزال القياسية

$E°_{Cr3+/Cr} = -0.74$ V و $E°_{Zn2+/Zn} = -0.76$ V وان ln X = 2.303

ج / 2.23 - V 2.2 - mol / J 429811 - / V 0.02 - /V 0.056 / mol / J 32424 -

---

س وزاري 2016 (خ): إحسب التغيير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية الآتي

$Mg \mid Mg^{2+}$ (0.05 M) $\|$ Sn^{2+} (0.04 M) $\mid$ Sn

إذا علمت أنّ جهود الاختزال القياسية $E° Sn^{2+} / Sn = -0.14$V . و $E° Mg^{2+} / Mg = -2.37$ V

وان Ln1.25 = 0.22

س تطبيقي- في الخلية الاتية Cr / Cr^{3+} (0.1 M) // Sn / Sn^{2+} (0.01 M) بدرجة حرارة 25 °C و

ΔG = J 324529.5- فان الجهد القياسي للخلية يساوي

أ – 0.6 V ب – 0.96 V ج – 0.52 V-

2 - الخلايا الالكتروليتية

هي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي وفيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي (أي ان قيمه الطاقه الحره تكون موجبه $\Delta G = +$) وفي أناء واحد ولها تطبيقات مهمة في الصناعة

تستخدم خلايا التحليل الكهربائي :

1- في تنقية الفلزات (او أستخلاص الفلزاتمن محاليله) 2 - في عملية الطلاء الكهربائي

أنواع الخلايا الالكتروليتية

أ - خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم

يعرف التحليل الكهربائي بانه العملية التي يتم فيها استخدام الطاقة الكهربائية لجعل تفاعل الخلية الالكتروليتية غير التلقائي يحدث

مثال : منصهركلوريد الصوديوم يحتوي على ايونات الصوديوم Na^+ وايونات الكلوريد Cl^- حرة الانتقال.

عمل التحليل الكهربائي

يبدأسريان التيار الكهربائي بواسطه سلك موصول حيث تستلم قطعه الكرافيت هذه الكهربائيه فتصبح كاثود

ان الاختزال يحدث على الكاثود حيث تختزل ايونات Na^+ مكونه فلز Na (**يحدث ترسيب**) ويُمَثل تفاعل نصف الخلية عند الكاثود كالاتي :

$$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$$

وعند الانود تحدث عملية التاكسد، حيث تتاكسد ايونات الكلوريد Cl^- وعندها يتحرر الكترون الى الانود عند تكون جزيئه غاز الكلور المتعادلة،

$$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$$

وبعدئذ تتحد ذرتان من الكلور وتتحرر على شكل غاز الكلور Cl_2 يمكن كتابة نصف تفاعل الخلية الذي يجري عند الانود كالاتي :

$$2Na^+ + 2e^- \longrightarrow 2Na$$

$$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$$

التفاعل العام للخلية $2Na^+ + 2Cl^- \longrightarrow 2Na + Cl_2$

ملاحظه : يجب ابقاء الصوديوم Na مفصولاً عن غاز الكلور Cl_2 حتى لا يتفاعلا بشكلاً تلقائي لتكوين NaCl مره اخرى



خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم

الخلية الكهربائية لتحليل منصهر كلوريد الصوديوم تتكون

1 - اقطاب مثل الكاربون اوالبلاتين

2 - مغمورةفي منصهركلوريدالصوديوم

ب خلايا الطلاء الكهربائي

عملية الطلاء الكهربائي طريقة يستخدم بها التحليل الكهربائي لطلاء فلزمعين بطبقة رقيقة من فلز اخر،

<u>وللطلاء اهمية كبرى تتمثل</u>

1- بحماية المعادن من الصدأ او التآكل، 2- اكساء الماده مظهر مرغوب فيه

مم تتركب خلية الطلاء الكهربائي وعلام تعتمد جودة الطلاء س وزاري 3/2015

تتركب خلية الطلاء من

1 - قطب الانود ويتكون من الفلز النقي **المراد الطلاء به** مثل الفضة النقية او الذهب النقي

2 - اما الكاثود فيتكون من السطح المراد طلاوه مثل **ملعقة الطعام**

3 - محلول الخلية

يحتوي محلول الخلية على احد املاح الفلز النقي المراد الطلاء به كنترات الفضه ($AgNO_3$) او نترات الذهب [$Au(NO_3)_3$] عندما يشكل الفضة او الذهب الانود.

عند غلق الدائره الكهربائيه تسري الالكترونات من المصدر الى الملعقة التي يحصل عليها الترسيب $Ag^+ + 1e \longrightarrow Ag$

فيقل تركيز Ag^+ لذلك يتأكسد فلز Ag (قطب الانود) ليكون ايونات Ag^+

وبذلك تكتمل الدائره $Ag \longrightarrow Ag^+ + 1e$



خلية طلاء

تستخدم بها الفضة لطلاء شوكة الطعام

س : علام تعتمد جوده الطلاء — وزاري2013 تمهيدي

1 - ان تكون شدة التيارالكهربائي المستخدم ضعيفة (لكي يكون الترسيب حول الاداه ملتصق التصاق تام)

2- تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به قليل. (لكي يكون الترسيب منتظم حول الاداه)

واجب س 4-9 :وزاري 2013 / 2 : مالفرق بين الخليه الكلفانيه (مثل خليه دانيال) وخلايا التحليل الكهربائي

الخليه الكلفانيه	الخليه خلايا التحليل الكهربائي
1 - تستخدم التفاعل الكيميائي للحصول على طاقة كهربائية .	1 - تستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث تفاعل كيميائي .
2 - تفاعلاتها تكون تلقائية أي أن $\triangle G$ = - سالبة	2 - تحصل بصورة غير تلقائية اي أن $\triangle G$ = + موجبة .
3 - يستخدم فيها جسر ملحي .	3 - لايستخدم فيها جسر ملحي .
4 - تنتقل فيها الالكترونات المتحررة من الذرات إلى الايونات عبر السلك الموصل الخارجي بينما تنتقل الايونات بين المحلولين بواسطة الجسر الملحي.	4 - تنتقل فيها الالكترونات من مصدر الجهد (البطارية مثلاً) الخارجي بواسطة الايونات الموجبة والسالبة الموجودة في المحلول(الالكتروليتي) او المواد المنصهره.
5 - مثال على الخلية الكلفانّية مثل (خلية دانّيال) وبطاريات (نضائد) الاجهزة	5 - مثال على خلايا التحليل الكهربائي مثل خلية الطلاء الكهربائي او خلايا تنقية الفلزات.

قوانين فاراداي

استطاع العالم الانكليزي فاراداي بالتجارب العملية ان يبرهن قوانين التحليل الكهربائي والتي سميت بإسمه في بداية القرن التاسع عشر.وهذه القوانين تنص على الاتي :

القانون الاول :

وزاري 2016 خ : عرف قانون فاراداي الاول

تتناسب كتلة اي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية.

القانون الثاني :

تتناسب كتل المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب، باستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة.

وحتى يتم فهم اعمق لاستخدام هذه القوانين لابد ان نعرف ماهي العمليات التي تجري عند الاقطاب في الخلية الالكتروليتية.

العمليات التي تجري عند قطب الكاثود :

ا - تختزل ايونات الفلز الى ذراته عند الكاثود وتترسب عليه.

ب - تتحرر عند الكاثود الغازات التي تحمل ايوناتها في المحلول شحنة موجبة مثل غاز الهيدروجين H_2 وغيره

العمليات التي تجري عند قطب الانود :

أ - تتأكسد الفلزات(اي تذوب) في محلول القطب اي ان الفلز يعاني ذوباناً اواضمحلالاً.

ب - تتحررعند قطب الانود الغازات التي تحمل ايوناتها في المحلول شحنة سالبة مثل غازالكلور Cl_2 وغازالاوكسجين O_2

ملاحظة

ان من الضروري توضيح المعنى الحسابي لقوانين فاراداي، فطالما ان كمية المواد المترسبة عند الكاثود اوالذائبة من الانود اوالمتحررة من الغازات عند القطبين تتناسب طرديا مع مكافأتها الغرامية عند مرور نفس الكمية من الكهربائية .ان هذا يعني ان :

اي ان امرار شحنة مول واحد من الالكترونات = واحد فاراداي

$$1F = (1\ mol\ .e^-)$$

فانه يرسب مكافئ غرامي واحد من العنصر على الكاثود او يذيب مكافئ غرامي واحد من العنصر عند الانود او يحرر مكافئ غرامي واحد من الغازات عند القطبين .

ولتجنب استخدام المكافئ الغرامي يمكن تحويل عدد مولات الالكترونات ($mol\ .e^-$) الى عدد المولات بواسطة عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة في تفاعل التاكسد والاختزال

المصطلحات والوحدات المستخدمه في قوانين فاراداي :

أولا : التيار الكهربائي يرمز له (I) ووحدته الامبير (A)

ثانيا : كميه الشحنه الكهربائيه يعبر عنها

أ – كميه الشحنه الكهربائيه (بالكولوم) Q = شده التيار(I) × الزمن (بوحده الثانيه S)

$$Q\ (C) = I \times t$$

ب –أو كميه الكهربائية بدلالة عدد مولات الالكترونات (mol .e -) نستخدم العلاقات الاتية

$$Q\ (mol\ .e^-) = \frac{Q}{F} = \frac{I(A) \times t(S)}{96500\ \ (C/mol)} \qquad (1)$$

(عدد مولات الالكترونات)

$$Q\ (mol\ .e^-) = n\ (mol) \times \frac{Q\ (mol.e)}{1(mol)} \qquad (2)$$

بطاريه — المترسبه او المتحرره — تفاعل نصف خليه

أو بطريقه مختصره

$$or\ \ Q\ (mol\ .e^-) = n\ (mol) \times e$$

n = عدد المولات الماده المترسبه اوالمتحرره او الذائبه

e = عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة في تفاعلات نصفي الخلية

ثالثا : ولاستخراج عدد المولات المترسبة او المتحررة

$$n\ (mol) = Q\ (mol\ .e^-) \times \frac{1\ (mol)}{Q(mol\ .e-)}$$

المترسبه او المتحرره — بطاريه — تفاعل نصف خليه

ومن خلال أيجاد المولات المترسبه اوالمتحرره او الذائبه (n (mol نجد

1 – كتله الماده المترسبه m (g)

$$n = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}$$

2- عدد الجزيئات المتحرره او الذرات الذائبه

$$n\ (mol) = \frac{N_0\ \text{عدد الذرات}}{N_A\ \text{عدد افوكادرو}}$$

N_0 (ذرات او جزيئات) = $n\ (mol) \times N_A$

$$N_A = 6.023 \times 10^{23}$$

3 - لايجاد حجم الغاز المتحرره من المولات المترسبه نستخدم العلاقه

$$P V = n R T$$ (في ظروف غير قياسيه)

$$n = \frac{V\ (L)}{22.4\ (L/mol)}$$ (ظروف قياسيه STP)

رابعا - لايجاد عدد الالكترونات الماره في الخلية :

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{N_0\ \text{عدد الالكترونات الماره}}{N_A\ \text{عدد افوكادرو}}$$

عدد الالكترونات الما ره = عدد مولات الالكترونات × عدد افوكادرو

N_0 (الكترونات) = $Q\ (mol\ .e^-) \times N_A$

ملاحظات أضافية

1- عددالمولات المترسبه = عددالمولات الاوليه - عدد المولات المتبقيه

2– عند ربط عده خلايا على التوالي تمر نفس الكميه من الكهربائيه

3- عند تحليل الماء كهربائيا يكون حجم غاز $H_{2(g)}$ (أو عدد مولاته) المتحرر ضعف حجم غاز $O_{2(g)}$ المتحرره

$$2\,H_2O \longrightarrow 2\,H_{2\,(g)} + O_{2(g)}$$

وبالنسبه للغازات المتحرره عند الانود والكاثود (تأخذ تفاعلات نصف الخليه كما هي)

حيث تكون الالكترونات المفقوده أو المكتسبه لجميع الغازات = 2e

$$2\,H^+ + 2e \longrightarrow H_{2(g)}$$

ما عدا غاز الاوكسجين فان عدد الالكترونات = 4e

حيث يتحرر الاوكسجين عند الانود من التحليل الكهربائي للماء

$$2\,H_2O \longrightarrow 4\,H^+_{(aq)} + O_{2(g)} + 4e$$

4– اذا كان الانود والكاثود وايونات المحلول لماده واحده فان النقص الحاصل في كتله الانود يساوي الزياده الحاصله في كتله الكاثود

مثال 4 – 9 وزاري 2015 (تمهيدي): لتفاعل نصف الخلية الاتي $Mg_{(aq)}^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg_{(S)}$
احسب عدد غرامات المغنيسيوم التي يمكن انتاجها من فلز المغنيسيوم عند امرار تيار شدته 25A لفترة ساعة واحدة (1 h) علماً ان الكتلة الذرية للمغنيسيوم(24 g / mol) ماهي عدد ذرات المغنيسيوم المترسبة عند الكاثود تحت نفس الظروف

الحل / وحدة الزمن في علاقة فاراداي هي الثانية لذا نحول الساعة الى ثواني :

$$t(S) = t(hr) \times \frac{3600(S)}{1(hr)}$$

$$t(S) = 1(hr) \times \frac{3600(S)}{1(hr)} = 3600\ S$$

نجد كمية الكهربائية المارة في الخلية بدلالة عدد مولات الالكترونات.

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500\ (C/mol)}$$

$$Q(mol.e^-) = \frac{25(A) \times 3600(S)}{96500\ (C/mol)} = 0.9\ mol.e^-$$

وحسب معادلة اختزال المغنيسيوم نجد ان 2mole .e ترسب $1mole.e^-$من المغنيسيوم لذا فعدد مولات المغنيسيوم تساوي

$Mg^{2+} + 2e \longrightarrow$		Mg
2mol.e		1
0.9mol.e		n

$$n(mol) = Q \times \frac{1(mol)}{Q}$$

المترسبه   بطاريه   تفاعل نصف خليه

$$n(mol) = 0.9\ (mol.e^-) \times \frac{1(mol)}{2\ (mol.e-)} = 0.45\ (mol)$$

$$m(g) = n\ (mol) \times M\ (g/mol) = 0.45\ (mol) \times 24\ (g/mol) = 1.08\ g$$

طريقه ثانيه مختصرة للحل :

$$Q = n\ (mol) \times e$$

$$n(mol) = \frac{Q}{e} = \frac{0.9\ mol.e}{2\ e}(mol.e^-) = 0.45\ (mol)$$

ثم نكمل الحل

س وزاري 2016/ 2 (خ) عند أمرار واحد فراداي في محلول Al^{3+} فان كتلة الالمنيوم المترسب على الكاثود يساوي --------
اذا علمت أن الكتلة الذرية للالمنيوم هو27 g / mol

الحل / ان امرار واحد فاراداي = شحنة مول واحد من الالكترونات
$(1\ mol.e^-) = 1F$

$Al^{3+} + 3e \longrightarrow$		Al
3mol.e		1
1mol.e		n

$$Q\ (mol.e^-) = n\ (mol) \times \frac{mol.e-}{1(mol)}$$

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{1}{3} = 0.33\ mol$$

$$n\ (mol) = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}$$

$$m = n \times M = 0.33\ mol \times 27\ g/mol = 8.9\ g$$

س وزاري : تم تحليل محلول يحتوي على 2.68g من سيانيد الفضة AgCN لغرض ترسيب الفضة على الكاثود في خلية تحليل كهربائي وذلك بامرار 9.65 أمبير أحسب الكتلة AgCN المتبقية بعد مرور 100S علما بان MAgCN = 134 g/mol و MAg = 108 g/mol

الحل / نجد كمية الكهربائية المارة في الخلية بدلالة عدد مولات الالكترونات.

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500\ (C/mol)} = \frac{9.65(A) \times 100(S)}{96500\ (C/mol)} = 0.01\ mol.e^-$$

$$n = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)} = \frac{2.68\ (g)}{134\ (g/mol)} = 0.02\ mol$$

$AgCN \longrightarrow$	Ag^+	+ CN
0.02	0	0
0	0.02	0.02

اذن عدد مولات أيون الفضة الاولية = 0.02 mol
نجد عدد مولات الفضة المترسبة

$Ag^{2+} + 2e \longrightarrow$		Ag
1mol.e		1
0.01mol.e		n

$$Q\ (mol.e^-) = n\ (mol) \times \frac{mol.e-}{1(mol)}$$

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{0.01}{1} = 0.01$$

عددالمولات المتبقيه ل Ag = عددالمولات الاوليه - عدد المولات المتبقية

n Ag المتبقية = 0.02 - 0.01 = 0.01 mol

n Ag المتبقية = n AgCN المتبقية = 0.01 mol

n AgCN المتبقية = n × M = 0.01 mol × 134 g/mol = 1.34 g

س وزاري : امرر تيار لمده 32 min و 10 S في خليه لتحليل الماء كهربائيا ليتحرر 3.36 L من غاز H_2 وغاز O_2 بحيث بلغ في ظروف قياسيه ما شده التيار المار وكذلك عدد جزيئات H_2 المتحرره بنفس الفتره الزمنيه

الحل /عند تحلل الماء كهربائيا فان حجم المتحرره عند الكاثود تساوي ضعف حجم الاوكسجين المتحرره عند الانود حسب التفاعل الاتي :

$$2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$$

نفرض حجم O_2 = X

نفرض حجم H_2 = 2 X

$$X + 2X = 3.36 \text{ L}$$

$$X = \frac{0.045 \text{ L}}{3} = 1.12 \text{ L}$$

حجم O_2 = 1. 12 L

حجم H_2 = 2 X = 2.24 L

تتحررعند قطب الانود الغازات التي تحمل ايوناتها في المحلول شحنة سالبة مثل غازالاوكسجين O_2 اكسده $2H_2O \longrightarrow 4H^+_{(aq)} + O_{2(g)} + 4e$ 22.4 L — 4mol .e⁻ 1. 12 L — Q (mol) .e $Q\ (mol.e^-) = 1.12\ L \times \frac{4\ (mol.e^-)}{22.4\ L}$ $Q\ (mol.e^-) = 0.2\ (mol.\ e^-)$	تتحرر عند الكاثود الغازات التي تحمل ايوناتها في المحلول شحنة موجبة مثل غاز الهيدروجين H_2 وغيره اختزال $2H_2O + 2e \longrightarrow H_{2(g)} + 2OH^-$ 2mol .e⁻ — 22.4 L Q (mol) .e⁻ — 2.24 L $Q\ (mol.e^-) = 2.24\ L \times \frac{2\ (mol.e^-)}{22.4\ L}$ $Q\ (mol.e^-) = 0.2\ (mol.\ e^-)$

$$t(S) = t\ (min) \times \frac{60\ (S)}{1\ (min)}$$

$$t(S) = 32\ (min) \times \frac{60\ (S)}{1\ (min)} = 1920\ S$$

$$t(S) = 1920\ S + 10\ S = 1930\ S$$

نجد كمية الشحنه الكهربائية المارة في الخلية بدلالة عدد مولات الالكترونات.

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{I\ (A) \times t(S)}{96500\ (C/mol)}$$

$$0.2\ (mol.e^-) = \frac{I\ (A) \times 1930(S)}{96500\ (C/mol)}$$

$$I\ (A) = \frac{96500 \times 0.2}{1930} = 10\ (A)$$

$$2H_2O + 2e \longrightarrow H_{2(g)} + 2OH^-$$

2mol .e⁻ — 6.02×10^{23}

0.2 (mol) .e⁻ — No

عدد جزيئات H_2 المتحرره $No = 0.2 \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{2mol\ .e^-} = 6.02 \times 10^{22}$

س وزاري: أمرر تيار شدته 193 A لمده 5 دقائق خلال محلول ايونات الالمنيوم AL^{3+} أحسب

1) كتلة الالمنيوم المترسب على الكاثود 2) عدد الالكترونات الماره في المحلول للفتره نفسها (علما M_{Al} = 27 g / mol)

الحل /

$$t(S) = t\ (min) \times \frac{60\ (S)}{1\ (min)}$$

$$t(S) = 5\ (min) \times \frac{60\ (S)}{1\ (min)} = 300\ S$$

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{I\ (A) \times t(S)}{96500\ (C/mol)}$$

$$Q\ (mol.e^-) = \frac{193\ (A) \times 500\ (S)}{96500\ (C/mol)} = 0.6\ mol.e^-$$

$$Al^{3+} + 3e \longrightarrow Al$$

3mol.e — 1mol

0.6mol.e — nmol

$$n\ (mol) = 0.6\ (mol.e^-) \times \frac{1\ (mol)}{1\ (mol.e^-)} = 0.6\ (mol)$$

$$n\ (mol) = \frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}$$

$$m = n \times M = 0.6\ mol \times 27\ g/mol = 5.4\ g$$

عدد الالكترونات الماره = عدد مولات الالكترونات × عدد افوكادرو

$$N0 = n\ mol.e \times N_A$$

$$N0 = 0.6\ mo.e \times (6.02 \times 10^{23}) = (3.61 \times 10^{23})$$

تمرين4 – 13 وزاري (2015/2) : ماهي شده التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمده 200s ليرسب 3g من الذهب عند الكاثود علما ان الكتله الذريه للذهب 197 ج / 21.7 A

تمرين 4 – 14 وزاري2013 : محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.2 M وحجمه 600 ml امرر فيه تيار كهربائي شدته 96.5 A احسب الزمن اللازم لكي يتبقى 0.03 mol من ايون النحاس ج / 180 s

---

س 4 – 10 : احد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للماء هو $2H_2O_{(l)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$

فاذا تم جمع 0.08 L من O_2 عند 25 °C وضغط 755 mm.Hg فاحسب عدد مولات الالكترونات التي يجب تمريرها في المحلول (1atm = 760 mm.Hg) ج / $0.012\ (mol.e^-)$

س 4 -11:يسري تيار كهربائي لفترة 3.75 hr خلال خليتي تحليل كهربائي مربوطتين على التوالي تحتوي الخلية الاولى محلول$AgNO_3$ في حين تحتوي الثانية على محلول $CuCl_2$ وخلال هذا الزمن ترسب 2 g من الفضة في الخلية الاولى ($M_{Ag} = 108$ / $M_{Cu} = 63.5$)

أ) كم عدد غرامات النحاس التي ستترسب في الخلية الثانية. ب) ما قيمة التيار الساري بالامبير. ج/ أ m =0.64 ب I(A) = 0.14

س 4 - 8 1 :وزاري 2016 ماهو التيار بالامبير (A) اللازم لترسيب 5g من الذهب في ساعه واحده على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب حاله التأكسد للذهب فيه (+3) (الكتله الذريه للذهب = 197g/mol) ج / 2.01 A

س 4 – 31 وزاري(2015) : أمرر تياراً كهربائياً شدته 10 A خلال 965 S في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ما هو وزن النحاس المترسب وعدد ذراته علما أنّ الكتلة الذرية = 63 g / mol ج / 3.15g / 0.3×10^{23} atoms

---

س 4 – 32 : يترسب 0.648 g من احد الفلزات احادي التكافؤ على الكاثود عند امرار تيار كهربائي شدته 3A لمده 3 min و13 S في محلول احد الاملاح لذلك الفلز .إحسب الكتلة الذرية للفلز المترسب ج / 108 g / mol

---

س 4 – 33 وزاري2014 : إحسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الأوكسجين في STP (معلومة :الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي 22.4 L) ج / (e) $= 48.16 \times 10^{23}$ (الكترون) N_0

س 4 – 34 وزاري 3 / 2015 : إحسب شدة التيار اللازم امراره لمدة 2 hr و 520 s في خلية تحليل الماء كهربائيا لكي يحرر 36.12×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والأوكسجين على قطبي الخلية ؟ ج / 1A

س 4 – 35 : اراد احد الصاغة طلاء خاتم من الذهب فامرر تياراً كهربائياً شدته 10A في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على احد املاح الذهب فترسب الذهب على الخاتم، لوحظ أنه خلال 9.65 S ان 75 %من الكهربائية قد استهلك لترسيب الذهب فما كتلة الذهب المترسب الكتله الذريه Au = 197 g / mol ج / 0.0 5 g

ملاحظة / كمية الكهربائية المستهلكة = كمية الكهربائية الكلية × النسبة

س 4 – 36 وزاري 2016 ت : عند امرار 0.2 mol.e في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر 0.448 L من الهيدروجين في STP إحسب كتلة النحاس المترسبة ؟ الكتلة الذرية للنحاس = 63 g / mol ج / 5.04 g

---

س 4 - 38 : وزاري 2/2016 في خليه تحليل الماء كهربائيا في S.T.P تم امرار تيار كهربائي فيها لمده 3 دقائق و 13 ثانيه فتحرر غازي الهيدروجين والاوكسجين عند قطبي الخليه وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي 0.0672 L أكتب معادلتي نصفي الخليه والتفاعل العام لها ثم جد حجم كل غاز متحرر وشده التيار المار. ج / 2 A

أسئله وزارية

س : وزاري 2017 تمهيدي : إحسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير نصف الحجم المولي لغاز الأوكسجين في STP اذا علمت ان الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي 22.4 L ج / (e) $= 12. \times 10^{23}$ (الكترون) N_0

س وزاري: عند امرار 0.2 mol.e في محلول H_2SO_4 فان كمية الكهربائية بالكولوم تساوي ---------وتؤدي الى تحرير--------- لترمن H_2 في (STP) ج / 1- Q = 19300 2- V = 22.4 L

س وزاري : أمرر تيار شدته 19.3 A لمده 5 min في محلول نترات الفضه فكان وزن الفضه المترسب على الكاثود 6.48 g أحسب 1) الكتلة الذرية للفضه 2) حجم غاز O_2 المتحرر عند STP ج / 1) 108 g/mol 2) 0.336 L

س وزاري : أمرر 6.02×10^{22} الكترون في خليه تحليل كهربائيه للماء خلال 3min و 13 S أحسب 1) شده التيار المار 2) حجم غاز H_2 المتحرر عند S.T.P ج 1) 50(A) 2) 1.12 L

س وزاري : محلول نترات الفضه تم تحليله بين قطبين من الفضه احسب الزياده بكتله الكاثود والنقص بكتله الانود عند امرار 3×10^{22} الكترون علما ان الكتله الذريه للفضه = 108 g / mol ج / 5.4 g

---

س وزاري: أمرر تيار كهربائي شدته 5A في خلية الكتروليتية تحتوي على منصهر كلوريد الصوديوم أحسب

1- الزمن اللازم لترسيب 46g من الصوديوم على الكاثود 2 – حجم غاز Cl_2 المتحرر عند الانود في (STP)

علما ان الكتلة الذرية للصوديوم = 23 g/mol ج / t = 38600 S ج / V = 22.4 L

س وزاري اثرائي : 0.5 L من محلول 0.1 M (HCl) وضع في خليه تحليل كهربائي احسب حجم غاز Cl_2 المتحرر عند الانودعلما ان PH لمحلول الخليه أصبح = 2 بعد مرور 100 S ثم احسب شده التيار المار بالخليه ج / 1- 0. 504 L 2 - 43.4(A)

س وزاري اثرائي :أمرر تيار كهربائي شدته (2A) لمده 15 دقيقه في محلول مشبع حجمه ($500\ cm^3$) من كلوريد الصوديوم في خليه تحليل كهربائي أحسب PH للمحلول الناتج ج / PH = 12.59

أسئلة سادس تطبيقي (للاطلاع)

س: أختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح

1- في خلية تحليل الماء كهربائيا تتحرر 6.02×10^{22} جزيء من غاز على كاثود الخلية فان حجم الغاز المتحرر بالتر على قطب الانود عند STP يساوي

أ – 22.4 L   ب – 2.24 L   ج – 1.12 L

3 – عدد الالكترونات اللازمة لترسيب 6.35g من النحاس في محلول أيوناته في خلية الكتروليتية ($M_{CU} = 63.5$)

أ – 12.04×10^{22} ب – 1.204×10^{22} ج – 6.02×10^{22}

5- كتب طالب في خلية تحليل محلول كلوريد الصوديوم فان الكلور يتحرر عند الانود والصوديوم يترسب عند الكاثود ما الصواب الذي أختاره الطالب :

أ – الكلور يتحرر عند الكاثود   ب – الهيدروجين يتحرر عند الكاثود   ج – الصوديوم يترسب عند الانود

6 – حجم غاز الكلور المتحرر عند STP بعد مرور $0.02\ mol.e^-$ في محلول خلية يحتوي على أيونات Cl^- يساوي

أ – 0.224 L   ب – 2.24 L   ج – 22.4 L

س: أمرار تيار كهربائي شدته 9.65A لترسيب النيكل في محلول مائي يحتوي على أيونات النيكل لمدة 50 min فاذا علمت أن 1.12 L من الهيدروجين عند STP تحررايضا عند الكاثودما كتلة النيكل المترسبة(M_{Cu}= 58.7g/mol)

ج / m Ni = 5.87 g

س: عند التحليل الكهربائي للماء يتحرر غاز الهيدروجين والاوكسجين ما حجم خليط الغازي المتحررين عند STP التي تنتج من أمرار $0.2\ mol.e^-$ في الخلية ؟

ج / V = 3.36 L

س : يترسب 0.24g من أحد الفلزات ثنائي التكافؤ على الكاثود عند أمرار تيار كهربائي شدته 10A لمدة 3 min و 13 S في محلول أحد الاملاح لذلك الفلز . أحسب الكتلة الذرية للفلز المترسب ؟ ج / (M = 24 g/mol)

س: خلية كلفانية في درجة 25°C كاثودها قطب الهيدروجين وبضغط 1atm وأنودها قطب الالمنيوم تركيز محلول أيوناته 0.008 M عبر عنها كتابة ثم أحسب PH لمحلول قطب الهيدروجين في اللحظة التي يتساوى فيها جهدها القياسي وجهدها غير القياسي ؟

ج / PH = 0.7

س: أمرر تيار كهربائي يحتوي يحتوي أيونات فلز ثلاثي التكافؤ فترسب نصف عدد افوكادرو من ذرات الفلز على الكاثود أحسب

1- عدد الالكترونات المارة 2 – كتلة الفلز المترسب علما بان الكتلة المولية للفلز = 27g/mol

ج / $9.03 \times 10^{23}\ e^-$ -1   13.5g – 2

البطاريات(النضائد) وخلايا الوقود

البطارية : تتكون من تجميع عدد من الخلايا الكلفانية تربط على التوالي ويكون جهدها مساواً لمجموع جهود الخلايا المتكونة منها .

تسمى الخلايا الكلفانية بالبطاريات وتستخدم التفاعلات التلقائية لانتاج الطاقة الكهربائية وتصنف الى نوعين :

أ – **بطاريات اولية :** وهي التي لا يمكن اعادة شحنها، (تعتمد على تفاعلات الاكسدة والاختزال والذي يحدث باتجاه واحد)

ب - **بطاريات ثانوية :** وهذه يمكن اعادة شحنها (تعتمد على تفاعلات الاكسدة والاختزال والذي يمكن ان يكون عكسيا)

انواع البطاريات الشائعة الاستخدام

1 - بطارية ا لخزن ا لرصاصية

تستعمل هذه البطارية في تشغيل السيارة وكثيرا من المعدات الكهربائية والصناعية .

تتكون بطارية ا لخزن ا لرصاصية

تتكون كل بطارية من قطبين

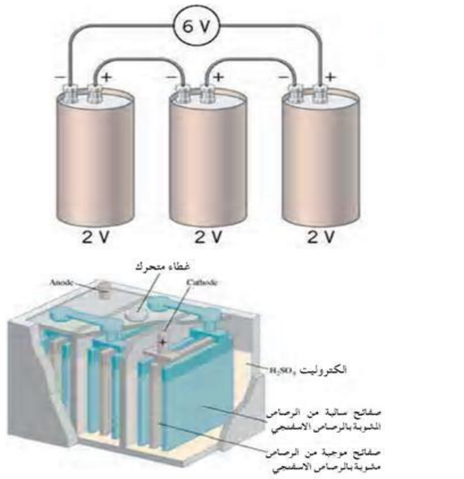
1-الانود مصنوع من مادة الرصاص

2- الكاثود مصنوع من اوكسيد الرصاص

3- تعمل في وسط حامضي حيث يكون القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي هو محلول **حامض الكبريتيك**

4-هذه البطارية مجموعة من ثلاث او ست خلايا كل خليه (2V) وتعمل كخلية كلفانية جهدها 6V أو 12V على التوالي مثل السياره :

5 – يمكن اعاده شحنها



تفاعلات بطارية ا لخزن ا لرصاصية :

أ - **التفاعل الذي يحدث عند الانود هو**

$$Pb_{(S)} + SO_{4\,(aq)}^{-2} \longrightarrow PbSO_{4\,(S)} + 2e^-$$

ب - **التفاعل الذي يحدث عند الكاثود فيختزل PbO_2**

$$PbO_{2(S)} + 4H^+_{(aq)} + SO_{4(aq)}^{-2} + 2e^- \longrightarrow PbO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

والتفاعل العام للخلية كالاتي :

$$Pb_{(S)} + PbO_{2(S)} + H_2SO_{4(l)} \longrightarrow PbSO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

نتائج عمل البطارية :

عند استمرار عمل الخلية تترسب كبريتات الرصاص بشكل مسحوق ابيض على القطبين كما ويستهلك حامض الكبريتيك الموجود بشكل متآين فتزداد كمية الماء مما يؤدي الى انخفاض كثافة محلول الحامض .وما ان تنطلق السيارة حتى تنعكس تفاعلات نصفي الخلية تحت تاثير الفولتية التي ينتجها المولد ويعاد انتاج Pb - PbO_2 - H_2SO_4

شحن البطارية : كيف يمكن اعادة شحن بطارية الخزن الرصاصية **س وزاري خارج العراق 2015**

يمكن اعادة شحن البطارية بإمرار تيار كهربائي خارجي **لعكس تفاعل الخلية** فتصبح البطارية مجموعة خلايا الكتروليتية حيث يتفكك راسب $PbSO_4$ من على القطبين ويستعيد الحامض تركيزه (المادة المتفاعلة المولدة للكهربائية)

س وزاري : من مميزات نضيده الخزن الرصاصيه هي عملها في المحيط ------------

رحلة التفوق للسادس الاعدادي

2 – الخليه الجافه (خارصين - كاربون)

مكونات الخليه الجافه :

أ – وعاء خارصين يعمل كانود مملؤ بمعجون رطب من MnO_2

ب – كاربون يعمل ككاثود وككلوريد الامونيوم NH_4Cl

تفاعلات الخليه الجافه

أ - التفاعل الذي يحدث عند الانود (تأكسد ذرات الخارصين Zn)

$$Zn_{(S)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow Zn(OH)_{2\,(S)} + 2e^-$$

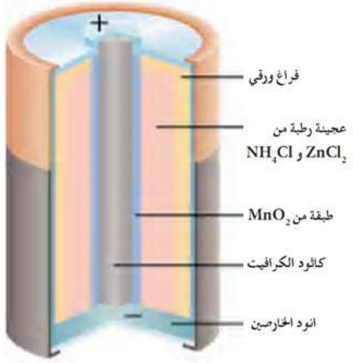
ب - التفاعل الذي يحدث عند الكاثود (اختزال MnO_2)

$$2MnO_{2\,(S)} + 2H_2O_{(l)} + 2e^- \longrightarrow 2MNO(OH)_{(S)} + 2OH^-_{(aq)}$$

حيث تنتقل الالكترونات داخل الخليه بواسطه الكاربون

التفاعل العام للخليه :

$$Zn_{(S)} + 2MnO_{2\,(S)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow Zn(OH)_{2(S)} + 2MNO(OH)_{(S)} + 2OH^-_{(aq)}$$



مواصفات الخليه الجافه :

تعطي جهداً مقداره 1.48V وغير قابلة للشحن وتستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب وغيرها.

مواصفات الخلية الجافة — **س وزاري2013/3 ماهي مواصفات الخلية الجافة**

ج / 1 – تعطي جهد مقداره 1.5 V

2 – لايمكن اعاده شحنها (لان التفاعل لايمكن ان يكون عكسيا)

3 – تستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب

س 4 – 19 : مما يتكون أنود وكاثود البطارية الجافة ؟ اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام واهم مميزاتها.

القوانين الرئيسيه

القوانين	العلاقه الرياضيه
حساب جهد الخليه القياسيه	$E^\circ cell = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$
العلاقه بين التغير في الطاقه الحره مع جهد الخليه	في ظروف غير قياسيه $\Delta G = - n F E_{Cell}$ في ظروف قياسيه $\Delta G^\circ = - n F E^\circ_{Cell}$
العلاقه بين طاقه كبس الحره ΔG° وثابت الاتزان K_{eq}	$\Delta G^\circ = - R T \ln K_{eq}$
(العلاقه بين جهد الخليه القياسيه E° وثابت الاتزان K_{eq})	$E^\circ_{Cell} = \frac{R T}{n F} \ln K_{eq}$
(العلاقه بين جهد الخليه القياسيه E° وثابت الاتزان K_{eq}) (عند درجه الحراره 25° C)	$E^\circ_{Cell} = \frac{0.026\ (V)}{n} \ln K_{eq}$
(معادله نيرنست علاقه تربط E_{Cell} مع E°_{Cell}) (عند اي درجه حراره)	$E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{R T}{n F} \ln Q$
(معادله نيرنست علاقه تربط E_{Cell} مع E°_{Cell}) (عند درجه الحراره 25° C)	$E_{Cell} = E^\circ_{Cell} - \frac{0.026\ (V)}{n} \ln Q$

المفاهيم الاساسية

التاكسد

عبارة عن تغير كيميائي يصحبه فقدان في الالكترونات من ذرة او مجموعة من الذرات ويؤدي لزيادة في اعداد التأكسد.

الاختزال

عبارة عن تغير كيميائي تكتسب فيه الذرة او مجموعة من الذرات الكترونات يصاحبها نقصان في عدد التاكسد للعنصر.

العامل المختزل

المادة التي تتأكسد وتسبب اختزالا لمادة اخزى.

العامل المؤكسد

المادة التي تختزل وتسبب تأكسدا لمادة اخرى.

الانود

هو القطب الذي تجري عنده عملية الأكسدة والذي يكون مصدراً للالكترونات.

الكاثود

هو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال والذي تتحول اليه الالكترونات المنتقلة من الانود.

الخلايا الكهروكيميائية

تتكون الخلية الكهروكيميائية عادة من قطبين يسمى احدهما القطب الموجب او الانود، اما القطب الثاني فهو القطب السالب ويدعى بالكاثود ويكون كلا القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي تشترك مكوناته في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تجري على سطحي القطبين.

الخلايا الكلفانية وزاري2014 ت

هي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً، لتوليد تيار كهربائي وتسمى مثل هذه الخلايا بالخلايا الكلفانية او الفولتائية.

قطب الهيدروجين القياسي (SHE) وزاري هو قطب مكون من من غاز H_2 تحت ضغط 1atm واتصال مباشر مع محلول ايونات الهيدروجين H^+ بتركيز 1M و 25 °C وتم اعتباره مساويه للصفر

أهمية قطب الهيدروجين يستخدم كقطب مرجع لقياس جهود اقطاب العناصرالاخرى

الجسر الملحي وزاري2014

هو انبوبه زجاجيه على شكل حرف U مقلوب تحتوي على محلول الكتروليتي لايتغير كيميائيا اثناء العمل ويثبت داخل الانبوبه بماده الاكار **ويساعد** على انتقال الايونات (ايونات الجسر الملحي) بين المحلولين **ويكمل الدائره الكهربائيه**

الخلايا الالكتروليتية

هي الخلايا المستهلكة للتيار الكهربائي وفيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي ولها تطبيقات مهمة في الصناعة، تستخدم خلايا التحليل الكهربائي في تنقية الفلزات وفي عملية الطلاء الكهربائي.

القوة الدافعة الكهربائية للخلية

يرمز له بالرمز (emf) يسمى الجهد عبر الاقطاب في الخلية الكلفانية بجهد الخلية ويرمز له بالرمز Ecell ويسمى جهد الخلية بمصطلح شائع اخر القوة الدافعة الكهربائية للخلية وبالرغم من دلالة الاسم فهو مقياس للجهد وليس للقوة.

معادلة نيرنست

هي العلاقة التي تربط جهد الخلية الغير قياسي(Ecell) مع جهد الخلية القياسي (Ecell°)
عندما تكون جميع المواد المشاركة ذات تراكيز لا تساوي الواحد الصحيح وفي درجات حرارية مختلفة.

قانون فاراداي الاول : وزاري 2016 خ :

تتناسب كتلة اي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية.

قانون فاراداي الثاني

تتناسب كتل المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب، باستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلف

تعاليل واسئله مهمة

عليل / لايحدث تفاعل في الخليه الكلفانيه الا بوجود الجسر الملحي
ج / لان الجسر الملحي يحتوي على محلول الكتروليتي KC l يسمح بالتلامس الكهربائي بين ايوناته وايونات محلولي الخليه ويعمل على موازنه الايونات بين المحلولين

علل / قياسات فرق الجهد يجب ان تكون بين قطبي الخليه
ج / بسبب استحاله الحصول على عمليه تاكسد بصوره مستقله دون عمليه اختزال وبالعكس

علل / س وزاري علام يعتمد جهد الخلية
ج / يعتمدعلى 1- طبيعه الاقطاب او الايونات 2- تراكيز الايونات 3- درجه الحراره التي تعمل عندها الخليه

علل / لايمكن قياس جهد قطب لوحده س : قياسات فرق الجهد يجب ان تكون بين قطبي الخليه
ج / بسبب استحاله الحصول على عمليه تأكسد بصوره مستقله دون عمليه اختزال وبالعكس

علل : تم اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع(ذو جهد قياسي معلوم) وزاري3/2014
ج / لانه عنصر نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر فيمكن استخدامه **كقطب انود او كاثود.**

علل : يستخدم عنصر البلاتين لصنع قطب الهيدروجين وزاري2015
ج / أ - لانه مادة خاملة لا تعاني تأكسداً واختزالاً
بـ- توفرمساحة سطحية أكبر للقطب يمكن تفكك جزيئات H_2 عليه
ج - عنصر البلاتين فلزيعمل لتوصيل الكهربائية مع الدائرة الخارجية (لان غازH_2 قطب غازي غير موصل للكهربائية)

س : اعتبار جهد قطب الهيدروجين القياسي يساوي صفر $E°H_2 = 0.0$ V علل ؟
ج / لكي يصبح مقياس لحساب جهود بقيه العناصر

س وزاري: تزداد قيمه PH لمحلول قطب الهيدروجين القياسي عندما يكون كاثود
ج / بما ان قطب الهيدروجين كاثود اذن يحدث اختزال لايوناته $2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$
لذا يقل تركيز [H+] فيزداد PH لان PH α $\frac{1}{[H]}$

علل / لماذا يزداد جهد خلية الخزن الرصاصية عند زيادة تركيز محلول قطب الكاثود وعند خفض تركيز محلول قطب الأنّود ؟
ج / وذلك لان جهد الخليه يتناسب طرديا مع تركيز محلول الكاثود وعكسيا مع تركيز محلول الانود . فيزداد فرق الجهد بين القطبين وبالآتي يزدادجهد الخليه Ecell وذلك لكون أنّ جهد الخليه يمثل الفرق بين جهد اختزال قطبي الأنّود والكاثود $E°cell = E°cathode - E°anod$

علل / 2/2014 (خ) عند ضرب طرفي معادلات اقطاب التأكسد والاختزال بعدد معين، فان قيمة جهدالقطب القياسي تبقى ثابتة لا تتغيرعلل؟
وذلك لان الجهد من الخواص المركزة التي لا يعتمد على كمية المادة المشتركة في التفاعل وإنما يعتمد فقط على التركيزالمولاري لايونات محلول القطب.

علل / علام تعتمد جوده الطلاء
ج / 1 - ان تكون شدة التيارالكهربائي المستخدم ضعيفة (لكي يكون الترسيب حول الاداه ملتصق التصاق تام)
2- تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به قليل. (لكي يكون الترسيب منتظم حول الاداه)

س : كيف يمكن اعادة شحن بطارية الخزن الرصاصية
ج / يمكن اعادة شحن البطارية بإمرار تيار كهربائي خارجي لعكس تفاعل الخلية فتصبح البطارية مجموعة خلايا الكتروليتية حيث يتفكك راسب $PbSO_4$ من على القطبين ويستعيد الحامض تركيزه (المادة المتفاعلة المولدة للكهربائية)

س وزاري : من مميزات نضيده الخزن الرصاصيه هي عملها في المحيط جامضي

س لماذا يزداد جهد خلية الخزن الرصاصية عند زيادة تركيز محلول قطب الكاثود وعند خفض تركيز محلول قطب الأنّود
الحل / ان خلية الخزن الرصاصية هي خليه كلفانيه
فعند خفض تركيز محلول قطب الأنّود (تقل تركيز ايونات محلول قطب الانود) (يزداد جهد تأكسده) يقل جهد الاختزال وعند زيادة تركيز محلول قطب الكاثود (زياده تركيز ايونات محلول قطب الكاثود) يزداد جهد اختزاله،فيزداد فرق الجهد بين القطبين وبالآتي يزداد جهد الخليه Ecell وذلك لكون أنّ جهد الخليه يمثل الفرق بين جهد اختزال قطبي الأنّود والكاثود $E°cell = E°cathode - E°anode$.

رحلة التفوق في السادس

نماذج لاسئله البكلوريا (حسب المنهج الجديد)

-الخلايا الكلفانية وقياس جهود الاقطاب

س : وزاري 2013 :هل يمكن حفظ محلول نترات الكوبلت $Co(NO_3)_2$ في اناء مصنوع من الخارصين ام النحاس بين ذلك مع ؟ علما ان الجهود الاختزال القياسيه $E°_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76V$ و $E°_{Co^{2+}/Co} = -0.28\ V$ و $E°_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34\ V$

عرف : س : وزاري 2014 (تمهيدي) : عرف الخليه الكلفانية - س : وزاري 2014 : عرف الجسر الملحي

س : وزاري 2014 (تمهيدي) (2015/2): هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء مصنوع من النحاس بين ذلك مع ؟ علما ان الجهود الاختزال القياسيه $E°_{Na^+/Na} = -2.7\ V$ و $E°_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34\ V$

س : وزاري 2014 : هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من النيكل ام لا يمكن ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علما ان الجهود الاختزال القياسيه $E°_{Ni^{2+}/Ni} = -0.24\ V$ و $E°_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34\ V$

س : وزاري 2014 /2 : للخليه الاتية : $Al \mid Al^{3+}(1\ M) \parallel Cd^{2+}(1\ M) \mid Cd$ اذا علمت ان جهد الخليه القياسي يساوي (1.26 V) وجهد الاختزال القياسي للكادميوم يساوي $E°_{cd^{2+}/cd} = -0.4\ V$ احسب جهد الخليه القياسي للالمنيوم

س : وزاري 2014 /2 (خ)هل بامكان محلول HCl اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^+ بتركيز(1M) للخلية التالية $Pt \mid H_2\ (1\ atm) \mid H^+(1\ M) \parallel Ag^+(1\ M) \mid Ag$ علما ان جهد الاختزال القياسي للفضة $E°_{Ag^+/Ag} = 0.8V$

علل / 2/2014 (خ) عند ضرب طرفي معادلات اقطاب التأكسد والاختزال بعدد معين، فان قيمة جهدالقطب القياسي تبقى ثابتة لا تتغيرعلل؟

س : وزاري 2014/ (3) : أستعمال عنصر البلاتين في صناعه قطب الهيدروجين القياسي

وزاري 2015 : اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع لقياس جهود الاقطاب الاخرى لانه ------------

وزاري 2014/2 خ : مافائدة قطب الهيدروجين القياسي ؟ ولماذا يستخدم البلاتين في صناعة هذا القطب

س : وزاري 2016 : هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$ في اناء من النيكل ام لا يمكن ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علما ان الجهود الاختزال القياسيه $E°_{Ni^{2+}/Ni} = -0.24\ V$ و $E°_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V$ ج/ يمكن الحفظ $E°cell = -0.51\ V$

ب- العلاقه بين جهد الخليه E_{Cell} وطاقه كبس الحره ΔG وثابت الاتزان K_{eq}

س : وزاري 2013 (تمهيدي) : احسب التغير في طاقة كبس الحرةالقياسية لتفاعل الخلية القياسي الاتية عند درجه الحراره 25° C

$$3\ Hg_2^{+2} + 3\ Cl_{2\,(g)} \longrightarrow 6\ Hg_{(l)} + 6\ Cl_{(aq)}$$

علما ان الجهود الاختزال القياسيه $E°_{Hg^{+2}/Hg} = 0.85\ V$ و $E°_{Cr/Cr^{+3}} = 1.36$

س : 3 / 2015 : لتفاعل الخليه القياسي التالي عند درجه حراره 25° C $2\ Fe^{3+}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} \longrightarrow 2\ Fe^{2+}_{(aq)} + I_{2\,(g)}$

علما ان الجهود الاختزال القياسيه $E°_{Fe3+/Fe2+} = 0.77\ V$ و $E°_{I_2/I^-} = 0.53V$

أحسب : طاقة كبس الحرة القياسية ج /أ-46320 -

س وزاري2017 تمهيدي: أحسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية الاتية في25° C : $Cd \mid Cd^{2+}(1\ M) \parallel Cu^{2+}(1\ M) \mid Cu$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسي $E°_{cd^{2+}/cd} = -0.4\ V$ و $E°_{cu^{2+}/cu} = 0.34\ V$ ج / $\Delta G° = -29008\ J$

معادله نيرنست

س : وزاري 2013 (خارج العراق) :: أحسب جهد الخليه E_{Cell} ودرجه الحراره 25°C للخليه التي تفاعلها العام :

$$2\ Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} \longrightarrow 2\ Ag_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)}$$

أذا علمت ان تراكيز الايونات $[Cu^{2+}] = 0.01\ M$ و $[Ag^+] = 0.01\ M$ وجهود الاختزال القياسيه $E°_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34\ V$ و $E°_{Ag^+/Ag} = 0.8$ و $Ln100 = 4.6$

س : وزاري 2013 (3) : خليه كلفانيه تفاعلها العام في درجه 25°C

$$Cu_{(aq)}^{2+}\ (0.01\ M) + Cd_{(S)} \longrightarrow Cu_{(S)} + Cd_{(aq)}^{2+}\ (0.01\ M)$$

وجهدها القياسي يساوي (0.74 V) احسب التغير في الطاقه الحره ثم عبر عن الخليه كتابه علما ان $Ln10 = 2.303$

س : 2015 (تمهيدي): باستخدام الخليه الكلفانيه لتجربه ما وجد ان E_{Cell} للخليه تساوي 0.73V عند 25°C علما ان $[Zn^{2+}] = 0.1$ وضغط غاز الهيدروجين 1atm. أحسب التركيز المولاري لايونات H^+ اذا علمت $E°_{Zn^{+2}/} = -0.76\ V$ علما ان$Ln\ 10 = 2.3$

س : وزاري 2015 : خلية فولتائية في درجة 25°C تفاعلها العام: تفاعلها العام : $Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)} \longrightarrow Sn_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)}$

إذا علمت أنّ جهد الخلية غير القياسي يساوي (0.17 V) إحسب تركيز ايونات النيكل Ni^{2+} علما أنّ قطب القصديرفي ظروفه القياسيه وان جهود الاختزال القياسيه $E°\ Ni^{2+}/Ni = -0.25\ V$ و $E°\ Sn^{2+}/Sn = -0.14\ V$ وان $LnX = 2.3\ logX$

س : 2015/2 إحسب التغيير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية الآتي في درجة 25°C $Mg \mid Mg^{2+}\ (1\ M) \parallel Br^-\ (0.1\ M) \mid Br_2\ (1\ atm) \mid Pt$

إذا علمت أنّ جهود الاختزال القياسية $E°\ Br_2/Br^- = +1.07\ V$ و $E°\ Mg^{2+}/Mg = -2.37\ V$ $LnX = 2.303\ X$

س : 2016 (تمهيدي) : أحسب $E°_{Cell}$ و E_{Cell} و ΔG للخليه الاتيه :

$$Mg \mid Mg^{2+}\ (0.06\ M) \parallel Sn^{2+}\ (0.03\ M) \mid Sn$$

اذاعلمت الجهود القياسيه

$E°_{Mg^{2+}/Mg} = -2.37\ V$ $E°_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14\ V$ وان $ln\ 2 = 0.69$

س وزاري 2016 : أحسب ΔG لتفاعل الخلية التالي : $3\ Zn^{2+}_{(aq)} + 2\ Cr_{(s)} \longrightarrow 3\ Zn_{(s)} + 2\ Cr^{3+}_{(aq)}$

إذا علمت أنّ جهود الاختزال القياسية $[Zn^{2+}] = 0.01\ M$ و $[Cr^{3+}] = 0.1\ M$

$E°_{Cr3+/Cr} = -0.74\ V$ و $E°_{Zn2+/Zn} = -0.76\ V$ وان $ln\ X = 2.303$

ج / - 32424 J / mol / 0.056 V/ - 0.02 V /

س وزاري 2016 (خ): إحسب التغيير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية الآتي

$Mg \mid Mg^{2+}\ (0.05\ M) \parallel Sn^{2+}\ (0.04\ M) \mid Sn$

إذا علمت أنّ جهود الاختزال القياسية $E° Sn^{2+} / Sn = -0.14V$. و $E° Mg^{2+} / Mg = -2.37\ V$ وان $Ln1.25 = 0.22$

س وزاري2/ 2016 اذا علمت ان جهود الاختزال القياسيه/ $E° Zn^{2+} / Zn = -0.76V$ و/ $E° Ag^{+} / Ag = 0.8V$

ما قيمه الطاقه الحره الخليه فولتائيه متكونه من قطب الخارصين القياسي وقطب الفضه في محلول من ايونات الفضه تركيزه $0.1\ M$

علما ان $LnX = 2.303\ \ logX$

س وزاري2/ 2016 خ : إذاعلمت أنّ جهد الخلية الآتية : $Sn \mid Sn^{2+} (?\ M) \parallel Ag^{+} (1\ M) \mid Ag$

عند درجة $25°\ C$ يساوي 0.9992 فولت جد تركيزايونات القصدير (Sn^{2+}) في محلول القطب علما أنّ قطب الفضة في ظروفه القياسية

وجهود الاختزال القياسية $E° Sn^{2+}/Sn = -0.14\ V$ $E° Ag^{+}/Ag = +0.80\ V$. علما $Ln\ 0.01 = -\ 4.5$

ج- قوانين فاراداي

س : وزاري 2013 :محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه $0.2\ M$ وحجمه $600\ ml$ امرر فيه تيار كهربائي شدته $96.5\ A$

احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $0.03\ mol$ من ايون النحاس

س : وزاري 2013 / 2 - 2016 ت : عند امرار $0.2\ mol.e$ في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر $0.448\ L$ من الهيدروجين في STP إحسب كتلة النحاس المترسبة ؟ الكتلة الذرية للنحاس = $63\ g / mol$

س : وزاري 2013 (دور ثالث) -(2015/2) : ماهي شده التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمده $200s$ ليرسب $3g$ من الذهب عند الكاثود علما ان الكتله الذريه للذهب 197

س : وزاري 2014 (تمهيدي)- (2015): أمرر تياراً كهربائياً شدته $10\ A$ خلال $965\ S$ في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس (II) أحسب عدد ذرات النحاس المترسبه

س : وزاري 2014 : إحسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الأوكسجين في STP

(معلومة :الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي $22.4\ L$)

س : وزاري 2014 /2 (خ): عند أمرار واحد فراداي في محلول Al^{3+} فان كتلة الالمنيوم المترسب على الكاثود يساوي --------

اذا علمت أن الكتلة الذرية للالمنيوم هو$27\ g / mol$ ج / $8.9\ g$

س : وزاري 2015 (تمهيدي) : احسب عدد غرامات المغنيسيوم التي يمكن انتاجها من فلز المغنيسيوم عند امرار تيار شدته $25A$ لفترة ساعة واحدة (1 h) علماً ان الكتلة الذرية للمغنيسيوم($24\ \ g / mol$)

س وزاري 3 / 2015 : إحسب شدة التيار اللازم امراره لمدة $2\ hr$ و $200\ S$ في خلية تحليل الماء كهربائيا لكي يحرر 18.06×10^{11} جزيئة من الهيدروجين والأوكسجين على قطبي الخلية ؟

وزاري 2016 ماهو التيار بالامبير (A) اللازم لترسيب $5g$ من الذهب في ساعه واحده على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب حاله التأكسد للذهب فيه (+3) (الكتله الذريه للذهب = $197g/mol$) ج / $2.01\ \ A$

وزاري 2016/2 : في خليه تحليل الماء كهربائيا في S.T.P تم امرار تيار كهربائي فيها لمده 3 دقائق و 13 ثانيه فتحرر غازي الهيدروجين والاوكسجين عند قطبي الخليه وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي $0.066\ L$

أكتب معادلتي نصفي الخليه والتفاعل العام لها ثم جد حجم كل غاز متحرر وشده التيار المار

وزاري 2016 خارج العراق : عرف قانون فاراداي الاول

س : وزاري تمهيدي 2017 : إحسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير نصف الحجم المولي لغاز الأوكسجين في STP

اذا علمت ان الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي $22.4\ L$ ج / $No = 12 \times 10^{23}$

د- الخلايا الالكتروليتيه و البطاريات

س : وزاري 2013 (تمهيدي) :تعتمد جوده الطلاء الكهربائي على عاملين مهمين ------- و ----------

س : وزاري 2013 (دور ثاني) / 2016 : مالفرق بين الخلايا الكلفانيه وخلايا التحليل الكهربائي مع مثال لكل منهما

س : وزاري 2013 (3) :ماهي مواصفات الخليه الجافه

س وزاري 2015 (خارج العراق) : كيف يمكن اعادة شحن بطارية الخزن الرصاصية

س وزاري 3 / 2015 : مم تتركب خلية الطلاء الكهربائي وعلام تعتمد جودة الطلاء

الاعداد الفني و الترتيب و الدزاين

الادمونة: مينا الاحمد

MENA AL-AHMED

المساعد في الكيمياء

للصف السادس العلمي

الاحيائي

الفصل الخامس

الكيمياء التناسقية

لسنه 2016 - 2017

أعداد المدرس

وهب منير الموسوي

أعداديه الشيخ أحمد الوائلي

الفصل الخامس : الكيمياء التناسقية

الكيمياء التناسقية

هي أحد اقسام الكيمياء الاعضويه التي تختص بدراسه المركبات التناسقيه التي تتكون من العناصر الانتقاليه

س : أصبحت دراسة المركبات التناسقية أو المركبات المعقدة من المجالات الرئيسة في الكيمياء اللاعضوية علل ؟
(لما تتميز به من الوان مختلفة وخواص مغناطيسية وبنيات وتفاعلات كيميائية متعددة .حيث تلعب هذه المركبات دورا مهما ومتزايدا في الصناعة والزراعة وفي الطب والصيدلة، وفي انتاج الطاقةالنظيفة)

أهم المعقدات في حياتنا اليوميه :
1- الهيموكلوبين 2- فيتامين B 12 3- الكلورو فيل

العناصر الانتقالية

هي العناصر التي تقع بين المجموعتين (IIA الزمره الثانيه) و IIIA (الزمره الثالثه) ضمن الجدول الدوري

س / متى يعد العنصر انتقاليا
ج / إذا كان يحتوي على الغلاف الثانوي f أو d مملوء جزئيا، أما في حالته الحرة أ و في احد مركباته

تقسم العناصر الانتقاليه الى قسمين

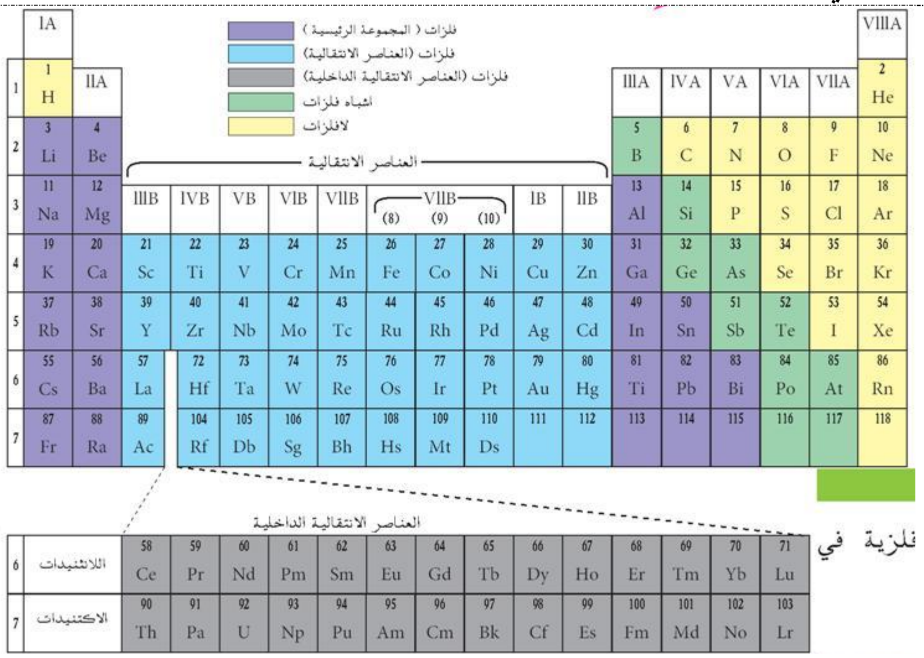
أ - عناصر مجموعة d : أو العناصر الانتقالية الرئيسية وتتألف من ثلاث دورات كل منها يحتوي على 10 عناصر، تدعى بالسلاسل الانتقالية الأولى والثانية والثالثة.

ب - عناصر مجموعة f : أو العناصر الانتقالية الداخلية المتكونة من دورتين العناصر الانتقالية الداخلية المتكونة من دورتين كل منهما تحتوي على 14عنصرا، وتقع أسفل الجدول الدوري وتسمى اللانثنيدات والاكتينيدات.

مميزات العناصر الانتقالية

1- لها حالات تأكسد متعددة حيث تميل العناصر الانتقالية الى إظهار أكثر من حالة تأكسد واحدة مع بعض الحالات الشاذة
2 - تتصف العديد من مركباتها بالصفات البارامغناطيسية حيث إن للعناصر الانتقالية أغلفة f أو d مملوء ة جزئيا بالالكترونات ولذلك فان ذرات الفلز تحتوي على الكترونات منفردة تميز هذه المواد بخاصية البارامغناطيسية.
3 - العديد من مركباتها ملونة.
4 - لها ميل كبير لتكوين مركبات تناسقيه (أيونات أو مركبات معقدة)

واجب : س 5 -1/ ما الذي يميز العناصر الانتقالية عن العناصر الممثلة؟



أمثله لبعض العناصر الانتقاليه الرئيسيه :

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	CO	Ni	Cu	Zn
سيزيوم	تيتيوم	فانديوم	كروم	مغنيز	حديد	كوبلت	النيكل	نحاس	خارصين

الملح البسيط

هو المركب الذي ينتج نتيجه احلال الفلز محل هيدروجين الحامض أو (هو كل مركب يتكون من شق حامضي ايون سالب وشق قاعدي ايون موجب وعند ذوبانه في الماء يعطي الايونات المكونه له)

$$\underset{\text{حامض}}{H^+Cl^-} + \underset{\text{قاعده}}{Na^+OH^-} \longrightarrow \underset{\text{ملح}}{Na^+Cl^-} + \underset{\text{ماء}}{H_2O}$$

اما مفهوم الاملاح في الكيمياء التناسقيه تكون وفق مفهوم الملح المزدوج والمركب التناسقي

الملح المزدوج والمركب التناسقي

عند مزج محلولي ملحين بسيطين بنسب مولية بسيطة نحصل على نوعين من مركبات الاضافة هما الملح المزدوج والمركب التناسقي

مركب الاضافة

هو مركب ناتج من مزج محلولي ملحين بسيطين مستقرين مثل(كبريتات الامونيوم $(NH_4)_2SO_4$ و وكبريتات الحديد(II) $FeSO_4$ بنسب مولية بسيطة ثم تبخير المحلول الناتج سنحصل مركب إضافة (ملح مور)

$$\underset{\text{ملح بسيط}}{(NH_4)_2SO_4} + \underset{\text{ملح بسيط}}{FeSO_4} + 6H_2O \longrightarrow \underset{\text{ملح مور (مركب أضافه)}}{FeSO_4.(NH_4)_2SO_4.6H_2O}$$

وعليه يمكن تقسيم مركبات الإضافة الى قسمين :

س وزاري 2016/2 : عرف الملح المزدوج

أ - الملح المزدوج :

هو مركب اضافة مستقر يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة فعند إذابة ملح مور المزدوج $FeSO_4.(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ يعطي أيونات Fe^{2+} و NH_4^+ و SO_4^{2-}

ومن الامثله الاخرى الشب ($Al_2(SO_4)_3 . K_2SO_4 . 24H_2O$)

س وزاري 2013 :ماهو الفرق بين الأملاح المزدوجة والمركب التناسقي مع مثال لكل منهما ؟

ب - المركب التناسقي :

هو مركب اضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء ,أي ان الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونة له سوف تختفي

فعند إذابة المركب التناسقي $CuSO_4.4NH_3$ فانه لن يعطي الأيونات التي تكون منها (Cu^+ و SO_4^-)

بل يعطي ايون SO_4^{2-} فقط

ويكون ايون Cu^{2+} ضمن الايون المعقد $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ وعلى وفق المعادلة آدناه :

$$CuSO_4.4NH_3 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$$

يحتوي المركب التناسقي على فلز مركزي يرتبط بعدد محدد من الايونات او الجزيئات (تدعى ليكندات)

مثال5-1 : وزاري 2014 : وضح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد (مركب تناسقي)

الحل / المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ هو ملح مور خالي من الماء،

وعند ذوبانه في الماء فإنه يعطي كشفا لأيونات Fe^{2+} و NH_4^+ و SO_4^-.

اما عند اذابة المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ في الماء فيكون على وفق المعادلة:

$$K_3[Fe(CN)_6] \longrightarrow 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{3-}$$

فإن المحلول المعقد في الماء يعطي كشف لأيون K^+ فقط

ولا يعطي كشف لأيون Fe^{3+} وايون CN^-.لانها تكون ضمن الأيون المعقد $[Fe(CN)_6]^{3-}$

وهذا يعني ان المركب $FeSO_4.(NH_4)_2SO_4$ هو ملح مزدوج بينما المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ هو مركب تناسقي

واجب

س 5-2/ ماهو الفرق بين الأملاح المزدوجة والمركبات المعقدة ؟

س 5-3/ عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فان المحلول الناتج يعطي كشفاً لايون Fe^{2+} بينما عند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية 1 :4 فان المحلول الناتج لا يعطي كشفاً لايون Cu^{2+} وضح ذلك ؟

س : اعط مثالا لمعقد تناسقي يتكون من ايون موجب بسيط وايون معقد سالب

$K_3 [Fe(CN_6)] \longrightarrow 3K^+ + [[Fe(CN)_6]^{3-}$

س : اعط مثالا لمعقد تناسقي يتكون من ايون بسيط سالب وايون معقد موجب

$[Co(NH_3)_6]Cl_3 \longrightarrow [Co(NH_3)_6]^{3+} + 3Cl^-$

س : اعط مثالا لمعقد تناسقي يتكون من ايون معقد سالب وايون معقد موجب

$[Pt(NH_3)_4] [PtCl_3] \longrightarrow [Pt(NH_3)_4]^{2+} + [PtCl_3]^{2-}$

س : وضح لماذا يصنف هذا المركب "الشب" ($Al_2 (SO_4)_3 . K_2SO_4 . 24 H_2O$) كملح مزدوج

ج /لانه يتكون من مزج محلولين لملحين بسيطين هما كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 وكبريتات الالمنيوم ($Al_2 (SO_4)_3$) فعند ذوبانه في الماء يعطي الايونات التاليه K^+ و SO_4^{2-} و Al^{3+}

س : أختفاء الصفات المستقله لقسم من الايونات المكونه للمركب المعقد

ج / لانه عند ذوبان المركب المعقد في الماء لايعطي هذه الايونات بل تبقى ضمن المركب المعقد

س : يصنف المركب $CuSO_4 . 4NH_3$ كمركب تناسقي (معقد تناسقي)

ج / لانه عند ذوبانه في الماء يعطي الايون SO_4^{2-} والايون المعقد $[Cu (NH_3)_4]^{2+}$ وبالتالي يعطي كشفا لايون الكبريتا ت SO_4^{2-} ولايعطي كشفا لايون النحاس Cu^{2+} لان ايون النحاس ضمن الايون المعقد $[Cu (NH_3)_4]^{2+}$

س : يمكن أعتبار المحاليل المائيه للملاح البسيطه معقدات

ج / لان الماء يعتبر ليكند يرتبط تناسقيا مع ذره الفلز

تطور الكيمياء التناسقية

في عام 1798 تم تحضير المركب كلوريد سداسي أمين الكوبلت (III) $CoCl_3 . 6NH_3$ الذي يعد البداية الحقيقية للكيمياء التناسقية وقد أثار تحضير هذا المركب اهتماما كبيرا لما له من صفات فريدة **والسبب كيف** (يمكن لهذا لمركب ($CoCl_3$) ان يتحد مع الامونيا (NH_3) وكلاهما مركبان مستقران ولهما تكافؤ مشبع لتكوين مركب أخر مستقر أيضا.)

و ظهرت عدة نظريات لتفسير تكوين هذه المركبات إلا أن مصيرها كان الإهمال لأنها لم تتمكن من تفسير النتائج العملية. وكانت احدى هذه النظريات هي نظرية السلسله

نظرية السلسلة

وهي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان الليكندات ترتبط مع بعضها على شكل سلسلة على غرار تكوين السلاسل بين ذرات الكاربون الذي كان معروفا في الكيمياء العضوية وترتبط مع الايون المركزي لاشباع نوع واحد من التكافؤ.

أساس نظريه السلسله :

ان المركبات التناسقيه تتكون من

1- ايون مركزي (يمتلك تكافؤ واحد)

2 – ايونات او جزيئات محيطه بالايون المركزي (تدعى ليكندات)

(الليكندات ترتبط مع بعضها على شكل سلسلة على غرار تكوين السلاسل بين ذرات الكاربون الذي كان معروفا في الكيمياء العضوية وترتبط مع الايون المركزي لاشباع نوع واحد من التكافؤ)

أمثله

1- المركب الاول : $CoCl_3 . 6NH_3$

الكوبلت (Co (III : ايون مركزي (تكافؤه ثلاثي) لذا يكون ثلاث أواصر فقط في معقداته

- المركب الثاني : $CoCl_3 . 6 NH_3$

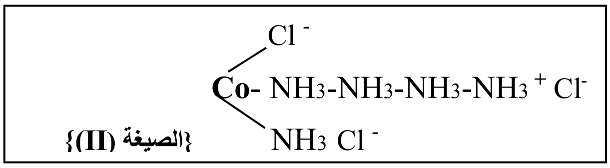
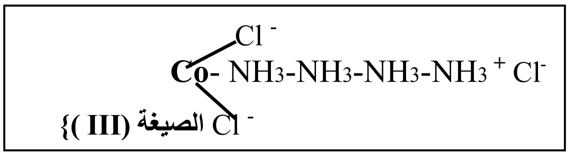
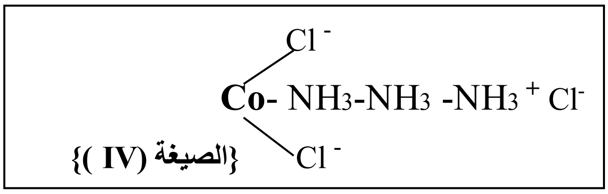
وعند تطبيق نظرية السلسلة على المعقد $CoCl_3 . 6NH_3$ يتخذ {الصيغة(I)}

NH3 Cl⁻
Co- NH3-NH3-NH3-NH3 ⁺ Cl⁻
NH3 Cl⁻

تفسير نظريه بنية السلسلة العملي لهذا الترسيب

تترسب ايونات الكلوريد بسرعة على شكل كلوريد الفضة (لان ايونات الكلوريد (Cl^-)غير مرتبطة مباشرة بذره الكوبلت المركزيه (Co))

$CoCl_3 . 6 NH_3 + 3AgNO_3 \longrightarrow 3 AgCl$

2- المركب الثاني : $CoCl_3 . 5NH_3$ **وعند تطبيق نظرية السلسلة على المعقد $CoCl_3 .5NH_3$ يتخذ {الصيغة(II)}** 	**وعند تطبيق نظرية السلسلة على المعقد $CoCl_3 . 5NH_3$** **أ- يرتبط ايون كلوريد واحد مباشرة بالكوبلت والذي لا يترسب عند إضافة نترات الفضة** **ب – وجود ايونين من الكلوريد لايرتبطان مباشره بالذره المركزيه Co حيث يتكون مولين من الراسب (AgCl)** $CoCl_3.5NH_3 + 2AgNO_3 \longrightarrow 2AgCl$
3- المركب الثالث : $CoCl_3 . 4NH_3$ **{الصيغة(III)}** 	**وعند تطبيق نظرية السلسلة على المعقد $CoCl_3 . 4NH_3$** **أ- يرتبط ايونين من الكلوريد مباشرة بالكوبلت حيث لا يترسبان عند إضافة نترات الفضة** **ب – وجود ايون من الكلوريد لايرتبط مباشره بالذره المركزيه Co حيث يتكون مول واحد من الراسب (AgCl) .** $CoCl_3.4NH_3 + AgNO_3 \longrightarrow AgCl$
4- المركب الرابع : $CoCl_3 . 3NH_3$ **{الصيغة(IV)}** 	**وعند تطبيق نظرية السلسلة على المعقد $CoCl_3 . 3NH_3$** **نلاحظ وجود ايون من الكلوريد لايرتبط مباشره بالذره المركزيه Co** **ويمكن أن نتوقع وحسب تفسير نظرية السلسلة بان سلوك ايونات الكلوريد في {الصيغة(IV)} تكون مشابهة لتلك التي في المركب $CoCl_3 . 4NH_3$** **لكن وجد بانه لا يعطي راسباً عند اضافة محلول نترات الفضة إليه** $CoCl_3.3NH_3 + AgNO_3 \longrightarrow$ لايتكون راسب

س : ما سبب فشل نظريه السلسله

ج / لانها لم تستطع ان تفسر كافه النتائج العمليه للمركبات التناسقيه (وخصوصا المعقد $CoCl_3 . 3NH_3$)**ولهذا السبب** ولاسباب اخرى **لم تنجح** هذه النظرية في تفسير الخواص كافة لهذا النوع من المركبات.

س : تترسب ايونات الكلوريد في مركب $CoCl_3 .6NH_3$ بسرعه عند اضافه نترات الفضه اليه

ج /لان ايونات الكلوريد غيرمرتبطه مباشره بالكوبلت ولهذا فان ايونات الكلوريد تترسب بسرعه على شكل AgCl

س : لا يترسب كلوريد الفضه من مركب $CoCl_3 . 3NH_3$ عند اضافه نترات الفضه اليه

ج / لان ايونات الكلوريد مرتبطه مباشره بالكوبلت مما يولد قوه جذب بينهما فلا يمكن انتزاع الكلور بسهوله مم يؤدي على عدم ترسب كلوريد الفضه

نظرية فرنر التناسقية

وهي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان اكثر العناصر تمتلك نوعين من التكافؤ (تكافؤ اولي) يعرف بحالة التاكسد وتكافؤ ثانوي يعرف (بعدد التناسق) ويحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب تناسقي اشباع كلا التكافئيين حيث تتشبع التكافؤات الاولية بايونات سالبة اما التكافؤات الثانوية فتتشبع بايونات سالبة او جزيئات متعادلة.

استنبط فرنر نظريته والتي أصبحت لاحقاً أساسا للنظريات الحديثة بالاعتماد على الفرضيات الآتية :

1 - تمتلك أكثر العناصر(الفلزات) نوعين من التكافؤ،

أ - تكافؤ أولي متأين يمثل بخط متقطع (------)والذي يعرف **بحالة التأكسد**

ب - وتكافؤ ثانوي غير متأين يمثل بخط متصل (———) ويعرف **بالعدد التناسقي**

2 - يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب معقد إشباع كلا التكافؤين

حيث تتشبع التكافؤات الأولية بايونات سالبة (------)

أما التكافؤات الثانوية فتتشبع **بايونات سالبة** أو **جزيئات متعادلة.** (———)

وقد تقوم احدى الايونات باشباع كلاالتكافؤين الأولي والثانوي (------)

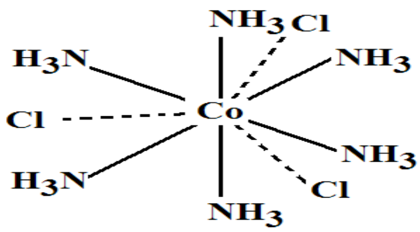
3 - تتجه التكافؤات الثانوية نحو مواقع ثابتة في الفراغ تدعى بالمجال التناسقي حول ايون الفلز المركزي .

وهذا هو أساس الكيمياء الفراغية للمعقدات الفلزية.

(مثلا أربع من التكافؤات تتخذ شكل رباعي السطوح وستة من التكافؤات الثانوية تتخذ شكل ثماني السطوح بالفراغ)

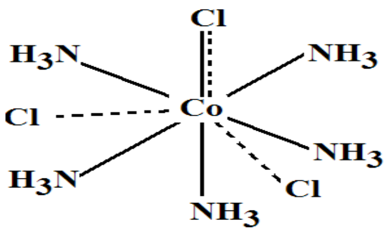
امثله التوضيحيه

1- في المركب الاول : $CoCl_3 . 6NH_3$ يمتلك وحسب نظريه فرنر الصيغه (V)

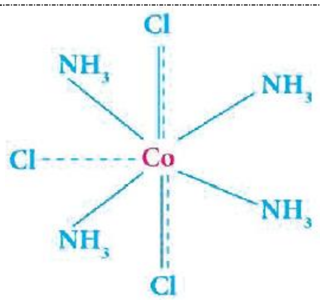
صيغه فرنر	الصيغه الحالية
 الصيغه (V) (----------) تمثل عدد التأكسد (يتم اشباعه بايونات الكلورايد Cl^-) (———) تمثل عدد التناسق (يتم اشباعه باللكيندات جزيئات $6\ NH_3$) يرتبط اللكيند حسب هذه النظرية مع الفلز بأواصر تناسقية داخل المجال التناسقي للفلز ولا تعتبر أيونات الكلوريد ليكندات حيث تكون خارج مجال التناسق وترتبط بالفلز بأواصر أيونية و تترسب جميع ايونات الكلورايد Cl^- عند إضافة محلول نترات الفضة .	<u>[Co (NH3)₆]</u> <u>Cl ₃</u> المجال الأيوني المجال التناسقي تكافوء اولي متأين(عدد التأكسد) = + 3 (يتم اشباعه بايونات الكلورايد Cl^-) التكافوء الثانوي (عدد التناسق) = 6 (يتم اشباعه باللكيندات جزيئات NH_3 6)

س واجب : أ – كم نوع من التكافؤ يمتلك عنصر Co في المركب $CoCl_3 . 6NH_3$
ب – اي الخطوط يمثل حاله التأكسد ؟ وأيها يمثل العدد التناسقي

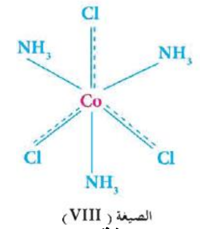
2- اما المركب $CoCl_3 . 5NH_3$ يمتلك وحسب نظريه فرنر الصيغه (V I)

صيغه فرنر	الصيغه الحاليه
 الصيغه (V I) **هنا نجد أن احد ايونات الكلوريد قد قامَ باشباع كلا التكافؤين الأولي والثانوي وعبرعن الآصرة التي تربطه بالفلز بالخطين المستمر والمتقطع (<u>-------</u>)** ولهذا فايون الكلوريد هذا لا يترسب بسهولة عند إضافة محلول نترات الفضة كونه أصبح مرتبطا **ارتباطا قويا مباشرا بذرة الكوبلت داخل المجال التناسقي**	<u>[Co (NH₃)₅Cl]</u> <u>Cl₂</u> المجال الأيوني المجال التناسقي التكافوء الاولي (عدد التأكسد) = + 3 (يتم اشباعه بايونات الكلورايد Cl^-) التكافوء الثانوي (عدد التناسق) = 6 (يتم اشباعه بايون Cl^- + NH_3 5)

3- اما المركب $CoCl_3 . 4NH_3$ يمتلك وحسب نظريه فرنر الصيغه (V II)

صيغه فرنر	الصيغه الحاليه
 الصيغة (VII) حيث يشبع اثنان من ايونات الكلوريد كلا من التكافؤ الأولي والتكافؤالثانوي ولهذا فإنهما يرتبطان بقوة في مجال التناسق، **وباضافة محلول نترات الفضة يترسب ايون كلوريد واحد فقط موجود خارج مجال التناسق**	<u>[Co (NH₃)₄ Cl₂]</u> <u>Cl</u> المجال الأيوني المجال التناسقي التكافوء الاولي (عدد التأكسد) = + 3 (يتم اشباعه بايونات الكلورايد Cl^-) التكافوء الثانوي (عدد التناسق) = 6 (يتم اشباعه بايون $2\ Cl^-$ + $4NH_3$)

4- اما المركب $CoCl_3 . 3NH_3$ يمتلك وحسب نظريه فرنر الصيغه (V III)

صيغه فرنر	الصيغه الحالية
 الصيغة (VIII) ان هذا المركب فهو لا يعطي راسباً عند إضافة محلول نترات الفضة اليه ان عدم ترسب ايونات الكلوريد عنداضافة محلول نترات الفضة يعني ان هذا المركب لا يتأين في المحلول .	**[$Co (NH_3)_3 Cl_3$]** المجال التناسقي التكافوء الاولي (عدد التأكسد) = 3 + (يتم اشباعه بايونات الكلورايد Cl^-) التكافوء الثانوي (عدد التناسق) = 6 (يتم اشباعه بايون $3NH_3 + 3 Cl^-$)

س : بين سبب فشل نظريه السلسله في تفسير ارتباط المركب $CoCl_3 . 3NH_3$ ونجاح نظريه فرنر في تفسيرارتباط هذا المركب
ج / لان نظريه السلسله افترضت ان احد ايونات الكلوريد لايرتبط مباشره بالذره المركزيه و لكن وجد عدم ترسب الكلوريد Cl^- عند اضافة محلول نترات الفضة إليه (اي انها لم تستطع ان تفسر كافه النتائج العمليه)
اما نظريه فرنر فسرت ذلك بان ايونات الكلوريد موجوده جميعها ضمن مجال التناسق

س : عدم ترسب ايون الكلوريد Cl^- عند اضافه ايون الفضه Ag^+ للمركب $CoCl_3 3NH_3$
ج / لان ايونات الكلوريد موجوده جميعها ضمن مجال التناسق وهذا عكس ما توقعته نظرية السلسة

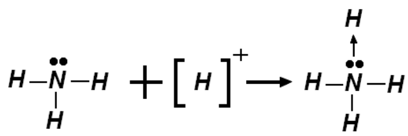
س : لايمكن ترسيب الايونات التي توجد داخل مجال التناسق
ج / لانه ليس لها قابليه على التأين

س واجب : أكتب صيغ فرنر المقترحه لكل من المركبات التاليه مبينا كم ايون يترسب في كل صيغه مركب
أ - $CoCl_3 . 5NH_3$ ب - $CoCl_3 . 3NH_3$

حوامض وقواعد لويس

قاعده لويس : هي الماده التي تهب زوج من الالكترونات غير المتاصره في تفاعلاتها الكيميائيه
حامض لويس : هي اي الماده تمتلك اوربتال فارغ ويمكنها تقبل زوج من الالكترونات

مثال : تفاعل الامونيا مع البروتون لتكوين ايون الامونيوم الموجب.



تسمى الاصرة المتكونة **بالاصرة التناسقية** ويعبر عنها بسهم (⟵)يتجه من الذرة الواهبة الى الذرة المستقبلة للمزدوج الالكتروني،

أمثله على المركبات التناسقيه

هذا التفاعل هوعبارة عن تفاعل **قاعدة لويس الذي يسمى الليكند** مع حامض لويس والذي يسمى **الايون أو الفلز المركزي.** ،حيث تُعَدُّ الامونيا واهبة للالكترونات ولهذا فهي **قاعدة حسب مفهوم لويس،(تعمل ليكند)** أما الايون الفلزي الذي استقبل هذا المزدوج الالكتروني فيعد **حامضاً لويس. (تتفاعل مع الليكند)** ونتيجة لهذا التفاعل تتكون الآصرة التناسقية، ويدعى ناتج التفاعل المتكون **بالمعقد التناسقي .**	$Ag^+ + 2 :NH_3 \longrightarrow [H_3N:Ag:NH_3]^+$ حامض لويس ، قاعده لويس ، معقد تناسقي $Cu^{2+} + 4 :NH_3 \longrightarrow [H_3N:Cu(NH_3)_2:NH_3]^{2+}$ حامض لويس ، قاعده لويس ، معقد تناسقي

رحلة التفوق في السادس

وزاري 2016 /3 عرف الليكند

1-الليكند : جزيء أو أيون سالب الشحنة يرتبط بالايون المركزي من خلال ذرة واحدة او اكثر مانحة مزدوجات الكترونية (قابله للارتباط بالذره المركزي)

أنواع الليكندات

أ – **ليكند أحادي المخلب** وهوالليكند الذي يهب مزدوجا الكتروني (2e) **(اصره تناسقيه واحده)**
ب – **ليكند ثنائي المخلب** وهوالليكند الذي يهب مزدوجين الكترونين (4e) **(اصرتين تناسقيتين)**
ج – **ليكند متعدد المخلب** وهوالليكند الذي يهب أكثر من مزدوجين من الالكترونات **(اكثر من اصرتين تناسقيتين)**

الليكندات الكليتية: وهي الليكندات التي ترتبط في موقعين او اكثر في ان واحد مع نفس الايون الفلزي

وزاري 2016 (خ) عرف الليكندات الكليتية

المخلب يقصد به (السن) يمتلك نتوءا مشابها للسن اي زوج الكتروني ليكون اصره تناسقيه

2- الايون المركزي : ذرة مركزية مستقبلة للمزدوجات الالكترونية، وعادة تكون فلزا يرتبط كيميائيا بالليكند بآصرة تناسقية

3- المعقد التناسقي : هو المركب الناتج من اتحاد الايون المركزي مع عدد من الليكندات بوساطة أواصر تناسقية

4 - عدد التناسق : هو عدد الجزيئات أو الايونات (الليكندات)التي ترتبط بالايون الفلزي المركزي مضروباً في عدد المخالب التي يملكها الليكند اي انه يساوي عددالآواصر التناسقية .

عدد التناسق = عدد الليكندات × عدد المخالب
عدد التناسق = عدد الاواصر التناسقيه
واكثر أعداد التناسق شيوعاً هي 2 و 4 و6 ، وأما أعداد التناسق الفردية فهي نادرة

مثال : اوجد عدد التناسق للايون المعقد $[Ni(en)_3]^{2+}$

ج / عدد التناسق = عدد الليكندات × عدد المخالب
عدد التناسق = 3 × 2 = 6

5- الايون المعقد : وهو صنف مشحون بشحنة موجبة او سالبة ويحتوي على ذرة فلز مركزية وعدد مناسب من الليكندات تحيط بها .وقد تكون الذرة المركزية متعادلة اولها عدد تأكسد موجب او سالب، اما الليكندات فقد تكون جزيئات متعادلةاو سالبة الشحنة عموما او الاثنين معا . ومن الامثلة على ذلك :

ليكند سالب	ليكند متعادل	ليكندات سالب ومتعادل
$[Fe(CN)_6]^{4-}$ $[Ni(CN)_4]^{4-}$	$[Co(NH_3)_6]^{3+}$ $[Co(CO)_4]^{3+}$	$[Co(NH_3)_5Cl]^{2+}$

6- معقد متعادل : يسمى المعقد الذي لا يحمل شحنة بالمعقد المتعادل وهو لا يتأين في الماء ومن الامثلة :

$[Ni^0(CO)_4]$; $[Co^{3+}(NH_3)_3Cl_3]$

$[Ni^{2+}(dmg)_2]$; $[Pt^{2+}(NH_3)_2Cl_2]$

dmg معناها ثنائي مثيل كلايوكسيم

7 - المجال التناسقي أو المجال الداخلي : عباره عن أقواس مربعة [ ] تتكون من ذرة الفلز المركزية والليكندات المتصلة به داخل هذه الاقواس

وزاري 2016/3 عرف مجال التناسق

8 - مجال التأين أوالمجال الخارجي : الجزء الذي يكتب خارج هذه الاقواس المربعة (خارج مجال التناسق للمعقد)

انواع التراكيب البنائيه للمركبات التناسقية



المكونات التي تكتب داخل المجال الأيوني لها القابلية على التأين وبالتالي بالإمكان ترسيبها بأحد كواشف الترسيب المناسبة، بينما المكونات التي تكتب داخل المجال التناسقي فليس لها القابلية على التأين وبالتالي ليس بالامكان ترسيبها

س : لايمكن ترسيب ايون Cl الموجود ضمن مجال التناسق في المعقد [Co (NH3)5Cl] Cl 2
ج / لعدم قابليته على التأين

س واجب : اوجد عدد التناسق للايون المعقد $[Cr(C_2O_4)_2(H_2O)]^-$ و $[Co(en)_2(H_2O)CN]^{2+}$

س واجب : في المعقد $[Co(NH_3)_5Br]Cl_2$ **يمكن ترسيب ---------- بينما لايمكن ترسيب -------------**

أيجاد التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للفلز المركزي في المركبات التناسقيه

التكافؤ الاولي (حاله التأكسد) : يمثل عدد تأكسد الذره المركزيه

التكافؤ الثانوي (عدد التناسق) : يمثل عدد الليكندات المرتبطه بالذره المركزيه

عدد التناسق = عدد الليكندات × عدد المخالب

عدد التناسق = 3 × 2 = 6

مثال 5- 2 : ما التكافؤ الاولي(حالة التأكسد)والتكافؤ الثانوي(عدد التناسق) للفلز المركزي في المركبين الاتيين :

أ - $K_4\ [Fe\ (CN)_6]$ ب – وزاري 2016 $[Cr\ (NH_3)_6]\ (\ NO_3)_3$

الحل / أ - $K_4\ [Fe\ (CN)_6]$

$K_4\ [Fe\ (CN)_6]$	$[Fe\ (CN)_6]^{4-}$
K = +1 (العدد التأكسدي)	$Fe^{(x)} + (CN^-)_6 = -4$
$K_4^{+}\ [Fe\ (CN)_6]^{4-}$	$x + 6 \times (-1) = -4$
	$x = +2$

لذا فالتكافؤ الاولي للفلز المركزي (Fe) = + 2

اما التكافؤ الثانوي : عدداللليكندات.(CN) = 6

ب – $[Cr\ (NH_3)_6]\ (\ NO_3)_3$

$[Cr\ (NH_3)_6]\ (\ NO_3)_3$	$[Cr\ (NH_3)_6]^{3+}$
(NO_3) = -1 (شحنه الايون)	$Cr^{(x)} + (NH_3^0)_6 = 3+$
$[Cr\ (NH_3)_6]^{3+}\ (\ NO_3)^-_3$	$x + (0 \times 6) = 3+$
	$x = +3$

(اذا كان الليكند متعادل لوحده داخل المجموعه التناسقيه فيمكن اعتبار شحنه المعقد هي عدد تاكسد الذره المركزيه)

لذا فالتكافؤ الاولي للفلز المركزي (Cr) = +3

اما التكافؤ الثانوي عدداللليكندات (NH_3) = 6

واجب

تمرين 5- 1 : وزاري 2015/2 ما التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للحديد في المركب $K_3\ [Fe\ (CN)_6]$

س 5-5/ ما العدد التاكسدي(التكافؤ الاولي)للحديد في المركبات الآتية :

1- $Fe(CO)_5$ 2- $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$

3- $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 4- $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$

س 5- 8 وزاري 2013/2 $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl\ .2H_2O$ و $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ و $[\ Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$ فما هو الآتي :

أ -العدد التأكسدي(التكافؤ الاولي)للكروم في كل مركب ؟ ب -العدد التناسقي للكروم في كل مركب ؟

س : اكمل العبارات التالية للأيون المعقد $[Cr(C_2O_4)_2(H_2O)]^-$

أ - عدد التأكسد (التكافؤ الاولي) لعنصر Cr هو 3+

ب - عدد التناسق (التكافؤ الثانوي) لعنصر Cr هو 5

ملاحظه : عدد التناسق = عدد الليكندات × عدد المخالب

ج - $C_2O_4^{\ 2-}$ هو ليكند ثنائي السن .

س - أكمل العبارات الاتية للايون المعقد $[\ Co\ (en)_2\ (H_2O)CN\ ]^{2+}$

أ - e n هي اختصار ل (اثيلين ثنائي امين)

ب - عدد التأكسد(التكافؤ الاولي) لعنصر Co هو 3+

ج - عدد التناسق (التكافؤ الثانوي) لعنصر Co هو 6

د - نوع ليكند في en هو ليكند ثنائي السن

قاعدة العدد الذري الفعال (EAN)

نظرية الثماني للويس

تفترض هذه النظريه أن استقرارية المركبات تتوقف على تماثل ترتيبها الالكتروني مع الترتيب الالكتروني للغازات النبيلة

قاعدة العدد الذري الفعال **س وزاري 2017 تمهيدي : عرف العدد الذري الفعال**

تنص هذه القاعدة على ان المعقد التناسقي يكون مستقرا إذاكان مجموع الالكترونات الموجودة على الفلز أوالايون المركزي والالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات تساوي العدد الذري لأحد الغازات النبيلة

(كربتون $_{36}Kr$ أ وزينون $_{54}Xe$ أو رادون $_{86}Rn$)

س / متى يصبح المعقد التناسقي مستقرا حسب نظريه قاعده العدد الذري الفعال (EAN)

ج / إذاكان مجموع الالكترونات الموجودة على الفلز أوالايون المركزي والالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات تساوي العدد الذري لأحد الغازات النبيلة **(كربتون $_{36}Kr$ أ وزينون $_{54}Xe$ أو رادون $_{86}Rn$)**

العدد الذري الفعال

هو عدد يعبر عن المجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية والممنوحة من الليكندات

مثال : 5 –3 : ما العدد الذري الفعال للمعقد $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ وهل تنطبق قاعدة العدد الذري الفعال (EAN) عليه ؟ اذا علمت ان العدد الذري للكوبلت 27

الحل / يتم الحساب على وفق الآتي

$[Co^X(NH_3)^0{}_6]^{3+}$

$X + (6\times0) = +3$

$X = +3$

العدد الذري للذره الكوبلت = عدد الكترونات ذره الكوبلت $Co = 27\ e^-$

عدد الكترونات ايون الكوبلت $Co^{3+} = 24\ e^-$

عدد الكترونات الليكند 6 : $NH_3 = 12\ e^-$

$[Co(NH_3)_6]^{3+} = 36\ e^-$

العدد الذري الفعال = 36 وهو يساوي العدد الذري للغاز النبيل الكربتون Kr

اذن المركب يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال. (ولهذا فالمركب المعقد يكون مستقراً)

مثال : 5 –4 : ما العدد الذري الفعال للمعقد $[CoCl_4]^{2-}$ وهل تنطبق قاعدة العدد الذري الفعال (EAN) عليه ؟ اذا علمت ان العدد الذري للكوبلت 27

الحل / يتم الحساب على وفق الآتي

$[Co^X(Cl)^{1-}{}_4]^{2-}$

$X + (4\times-1) = -2$

$X = +2$

العدد الذري للذره الكوبلت = عدد الكترونات ذره الكوبلت $Co = 27\ e^-$

عدد الكترونات ايون الكوبلت $Co^{2+} = 25\ e^-$

عدد الكترونات الليكند $4\ Cl = 8\ e^-$

$[CoCl_4]^{2-} = 33\ e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 33 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة

لذا لا تخضع لقاعدة العدد الذري الفعال ولكن وعلى الرغم من ذلك فإن هذا المعقد مركب مستقر.

ملاحظه : على الرغم من وجود عدد كبيرمن المركبات المعقدة التي تتماشى مع قاعدة العدد الذري الفعال، إلا أن هناك عدد من المعقدات تكون مستقرة على الرغم من عدم انطباق قاعدة العدد الذري الفعال عليه

تمرين 5- 2 : وزاري 2014 -2015/3 احسب العدد الذري الفعال للمركبات الآتية ثم بين هل تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال

$[Pd(NH_3)_6]^{4+}$; $[Fe(CN)_6]^{3-}$; $[Ni(en)_3]^{2+}$ علما ان العدد الذري Pd = 46 – Fe = 26 – Ni = 28

تمرين 5-3 وزاري2013 ت ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ و $[Ag(NH_3)_4]^+$ وهل تنطبق قاعدة العدد الذري الفعال (EAN) عليهم ؟ اذا علمت ان العدد الذري للنيكل هو Ni 28 والعدد الذري للفضه Ag 47

س 5- 4/ عرف العدد الذري الفعال، ثم احسب قيمته لكل من المعقدات الآتية :

1- $[PtCl_6]^{2-}$ 2- $[Pt(NH_3)_6]$ 3- $[FeCl_4]^-$ 4- $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ 5- $[Ag(NH_3)_2]^+$

علما ان العدد الذري Cr= 24 – Fe = 26 – Pt = 78 - Ag = 47

وزاري 2016 /3 : العدد الذري الفعال للمعقد $[Fe(CO)_5]$ يساوي---------- علما أن العددد الذري للحديد (26) **ج / 36**

مركبات الكاربونيل المتعادلة CO

1 – اذا كان العدد الذري للايون المركزي زوجي :

مثال : ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[Cr(CO)_6]$ و $[Fe(CO)_5]$ و $[Ni(CO)_4]$
وهل تنطبق قاعدة العدد الذري الفعال (EAN) عليهم ؟

الحل :

Ni = 28 e-	Fe = 26 e-	Cr = 24 e-
4CO = 8 e-	5CO = 10 e-	6 CO = 12 e-
---------------	---------------	---------------
$[Ni(CO)_4]$ = 36	$[Fe(CO)_5]$ = 36	$[Cr(CO)_6]$ = 36

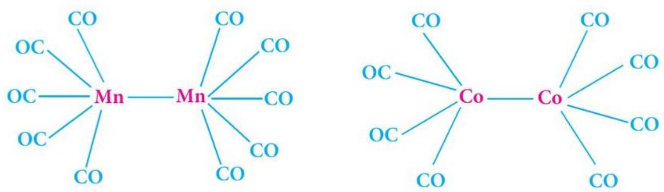
يتضح من قيمة العدد الذري الفعال لهذه المعقدات.هنا يساوي36 وهو يساوي العدد الذري للغاز النبيل الكربتون 36 Kr ولهذا بأنها تتبع القاعدة

2 - اذا كان العدد الذري للايون المركزي فردي :

1 - لا تتبع الفلزات ذات الأعداد الذرية الفردية قاعدة العدد الذري الفعال بإضافة هذا النوع من الليكندات **(والسبب)** لان الناتج النهائي سيكون عدداً فردياً من الالكترونات وبالتالي لا يساوي أياً من الأعداد الذريه للغازات النبيله

2 - وجد أن مثل هذه المركبات تتواجد بشكل مزدوجات جزيئية (Dimer) او متعددات جزيئية (Polymers)

مثال وزاري 2015 ت – 2016/2 : أحسب العدد الذري الفعال للمعقدات التاليه $[Mn_2(CO)_{10}]$ و $[Co_2(CO)_8]$



Mn = 25 e⁻	Co = 27 e⁻
Mn – Mn = 1 e⁻	Co – Co = 1 e⁻
5CO = 10 e⁻	4CO = 8 e⁻
-------------------	-------------------
$[Mn_2(CO)_{10}]$ = 36	$[Co_2(CO)_8]$ = 36

واجب

تمرين 4-5 : ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[Re_2(CO)_{10}]$ وهل تنطبق قاعدة العدد الذري الفعال (EAN) عليه ؟ اذا علمت ان العدد الذرى ل Re = 75

س : تعد قاعده العدد الذري الفعال قليلة الاهمية

ج / نتيجة الاستثناءات الكثيرة لهذه القاعدة فهناك عدد من المعقدات تكون مستقره بالرغم من عدم انطباق قاعده العدد الذري الفعال عليه اضافه الى الفلزات ذات الاعداد الذريه الفرديه لاتنطبق قاعده العدد الذري الفعال عليها

ولكنها مفيدة في مجال محدد من الكيمياء التناسقية وخاصة لمعقدات الكاربونيل الفلزية CO (: C = O :)

انواع الليكندات

أ - <u>ليكندات أحادية المخلب (أحاديه السن)</u> :عبارة عن ايونات سالبة أو جزيئات متعادلة التي لها القدرة على الارتباط مع ايون الفلز الموجب(الذره المركزيه) عبر ذرة واحدة لها القدره على منح مزدوج الكتروني واحد(2e)الى ايون الفلز الموجب مكونه اصره تناسقيه

مثل الايونات CN^- و Br^- و F^- و Cl^- و H_2O و (NH_3) والكيل امين RNH_2

ب - <u>ليكندات ثنائية المخلب : (ثنائيه السن)</u> : هي ليكندات لها القدرة على الارتباط بايون الفلز عبر ذرتين (4e)

تمتلك مزدوج الكتروني غير مشترك في التفاعل) مكونة مركبات حلقية، مثل ايون الاوكزالات $C_2O_4{}^{2-}$ وجزيئة اثيلين ثنائي أمين (e n) $NH_2-CH_2CH_2-NH_2$

ج - <u>ليكندات متعددة المخلب (متعدده السن)</u> : وتشمل ليكندات معقدة تحتوي على ثلاث ذرات أوأكثر من ذلك من الذرات القادرة على المساهمة في بناء اواصر تناسقية .

مثال : الليكند اثيلين ثنائي امين رباعي حامض الخليك(EDTA) ليكند سداسي السن لاحتوائه على ست ذرات قادرة على الارتباط التناسقي

<u>الليكندات الكليتية</u> : وزاري2016 خ وهي الليكندات التي ترتبط في موقعين او اكثر في ان واحد مع نفس الايون الفلزي

الجدول5 -1 :امثلة لبعض انواع الليكندات احادية وثنائية المخلب
ليكندات احادية المخلب

ليكند جزيئه	اسم الليكند	ليكند أيون	اسم الليكند
H_2O	اكوا	Br^-	برومو
CO	كاربونيل	Cl^-	كلورو
NH_3	امين	F^-	فلورو
C_5H_5N	بيريدين	N_3^-	ازيدو
$\{(NH_2)_2CO\}$	يوريا	CH_3COO^-	خلاتو
CH_3NH_2	مثيل امين	CN^-	سيانو
NO	نايتروسيل		

ملاحظه (للاطلاع) : جميع الليكندات تعطي مزدوجا الكترونيا واحدا عدا الليكند NO فهو يعطي ثلاث الكترونات

ليكندات ثنائيه المخلب

تركيب الليكند	اسم الليكند	تركيب الليكند	اسم الليكند
NH_2NH_2	هايدرازين	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	اثيلين ثنائي امين(en)
$HONCCH_3CH_3CNO^-$	ثنائي مثيل كلايوكسايد $(dmg)^-$	$C_2O_4^{2-}$	اوكزاليتو
SO_3^{2-}	كبرياتو	NO_3^-	نتراتو
$CH_3COCH_2COCH_3$	استيل استيتونيت	CO_3^{2-}	كاربونيتو

الليكندات (أيونات سالبه)

E	رمزالايون السالب	الاسم E في المعقد	الليكندات السالبه
acetate	CH_3COO^-	acetato	خلاتو
azide	N_3^-	azido	أزيدو
Bromide	Br^-	Bromo	برومو
carbonate	CO_3^{2-}	carbonato	كاربونيتو
chloride	Cl^-	Chloro	كلورو
cyanide	CN^-	cyano	سيانو
oxalate	(ثنائي السن) $C_2O_4^{2-}$	oxalato	اوكزالاتو
Fluoride	F^-	fluoro	فلورو
Iodide	I^-	iodo	يودو
nitrite	NO_2^-	nitro	نايترو
nitrate	NO_3^-	nitrato	نتراتو
sulfate	SO_4^{2-}	sulfato	كبريتاتو
thiocyanate	SCN^-	thiocyanato	ثايوسياناتو

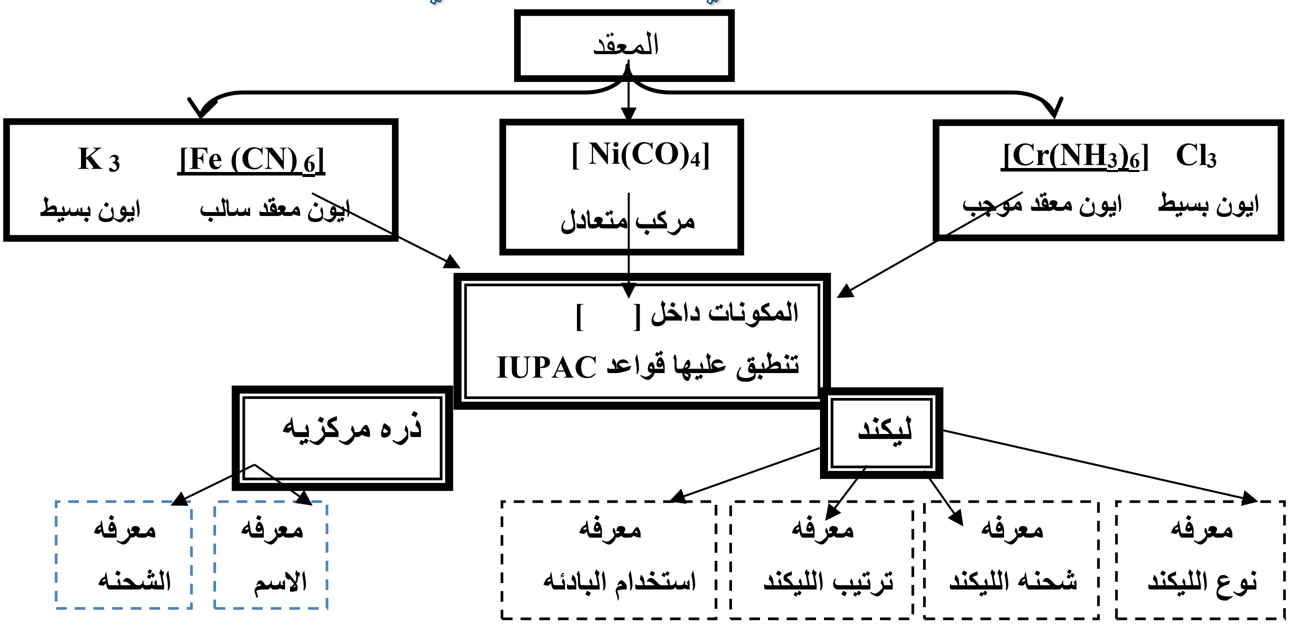
الليكندات (الجزيئات المتعادله)

رمز الجزيئه	E	عربي
NH_3	ammine	امين
H_2O	aqua	اكوا
CO	carbonyl	كاربونيل
NO	nitrosyl	نايتروسيل

الليكندات (الايونات الموجبه)

رمز الايون الموجب	E	عربي
$NH_2NH_3^+$	Hydrazinium	هايدرازينيوم

مخطط تسميه المعقدات التناسقيه



تسمية المركبات التناسقية حسب (IUPAC)

عند تسمية مركب ايوني، يسمى الايون السالب أولا ثم يتبع بالايون الموجب،كما في تسمية الأملاح البسيطة

فمثلا يسمى الملح البسيط NaCl بكلوريد الصوديوم (Sodium chloride)

وكذلك الحال في المركبات التناسقيه يسمى الايون السالب اولا ثم الايون الموجب

1 – القاعده العامه لتسميه المعقد التناسقي

(عدد الليكندات – اسم الليكند – اسم الايون المركزي – تكافؤه الاولي)

ويعبر عن حالة التأكسد للذرة المركزية بالأرقام الرومانية وتحصر بين قوسين مباشرة بعد اسم الفلز . (I – II – III - IV)

عندما تكون حالة التأكسد مساوية صفراً فيستعمل الرقم (0) مثل

$[Ni(CO)_4]$ رباعي كاربونيل نيكل (0) Tetracarbonyl nickel(0)

مثال : ما تسميه المعقد التناسقي $[Cr(NH_3)_6]$ Cl_3

مركب تناسقي	ايون المعقد
$[Cr(NH_3)_6]$ Cl_3 كلوريد سداسي امين الكروم (III) **Hexaammine chromium (III) chloride)**	$[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ ايون سداسي امين الكروم (III) **Hexaammine chromium (III) ion**

2-عندما يكون المعقد ايونا سالبا ينتهي اسم الفلز المركزي ب(ات ate) وفي أكثر الأحيان تستعمل الأسماءاللاتينية للفلز

اسم الفلز	الرمز	الاسم الاتيني	الاسم في الايون السالب
حديد	Fe	فيرات	فيرات
رصاص	Pb	بلمبات	بلمبات
نحاس	Cu	كوبرات	كوبرات
فضه	Ag	ارجينات	ارجينات

الاسم في الايون السالب	الاسم بالعربيه	رمز العنصر
تيتالات	تيتانيوم	Ti
كروم ات	كروم	Cr
مانغنات	منغنيز	Mn
كوبالتات	كوبالت	Co
نيكلات	نيكل	Ni
بلاتينات	بلاتين	Pt

مثال :

$Ca_2[Fe(CN)_6]$ سداسي سيانو فيرات(II) الكالسيوم **Calcium hexacyano ferrate(II)**	$K_2[PtCl_4]$ رباعي كلورو بلاتينات (II) بوتاسيوم **Putassium Tetrachloro Platinate(II)**
$[Fe(CN)_6]^{4-}$ ايون سداسي سيانو فيرات (II) **hexacyano ferrate(II)ion**	$[Cr(SCN)_6]$ ايون سداسي ثايو سياناتو الكرومات (IV)

3 - في المركبات التناسقية، تسمى الليكندات أولا ثم الفلز

وفي حالة وجود أكثر من ليكند فإنها تذكر في التسمية حسب الترتيب الأبجدي للحروف باللغة الانكليزية،لكن التسميه تكون باللغه العربيه

A – B – C – D – E – F – G – H – I – J – K – L – M – N – O – P – Q – R – S – T – U – V – W- X– Y – Z

وتنتهي الليكندات السالبة بالحرف(و) وباللغة الانكليزية بالحرف (O)

بينما تسمى الليكندات المتعادلة باسم الجزيئة دون تغيير عداالماء فيسمى أكوا (aqua) والامونيا بالأمين و (ammine) أما الليكندات الموجبة (والتي هي نادرة) فتنتهي ب(يوم) (ium)

مثال : سم المركبات التالية :

$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$ كلوريد رباعي أكوا ثنائي كلوروالكروم(III) Tetraaqua dichloro chromium(III) chloride	$[CoCl(NO_2)(NH_3)_4]Cl$ كلوريد رباعي امين كلورو نايترو الكوبلت (III) tetraamminechloronitritocobalt(III) chloride

4 - تستعمل البادئات ثنائي (di) وثلاثي (tri) ورباعي (tetra) .... الخ قبل أسماء الليكندات البسيطة مثل

برومو ونايترو وغيرها عندما يوجدأكثر من ليكند من نفس النوع في المعقد،
في حين تستخدم البادئات بس (bis) وتريس (tris) قبل أسماء الليكندات المعقدة

البادئات :

ليكند معقد	ليكند معقد	ليكند بسيط	ليكند بسيط	
بس	bis	ثنائي	di	2
تريس	tris	ثلاثي	tri	3
تتراكس	tetrakis	رباعي	tetra	4

الليكندات المعقده :

عربي	رمز المعقد
اوكزاليتو	$C_2O_4^{2-}$
ثنائي مثيل كلايكوكسيماتو	$(dmg)^-$
اثلين ثنائي امين	(en)
اثلين ثنائي امين رباعي حامض الخليك	(EDTA)
يوريا (Urea)	$\{(NH_2)_2CO\}$

مثال : سم المركبات التاليه :

$[Co(en)_2Cl_2]_2SO_4$ كبريتات ثنائي كلورو بس(اثيلين ثنائي امين)الكوبلت(III) Dichloro bis (ethylenediamine) cobalt (III) sulphate	$[CuCl_2\{(NH_2)_2CO\}_2]$ (ثنائي كلورو بس(يوريا)نحاس (II) Dichloro bis Urea Copper (II)

أمثله أضافيه

$[Fe(H_2O)_6]$ أيون سداسي اكوا حديد (II) $Na_2[Ni(CN)_4]$ رباعي سيانونيكلات (II) صوديوم	$[Ni(dmg)_2]$ بس (ثنائي مثيل كلايكسيماتو) نيكل (II) $Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ ايون تتراس اوكزالاتو كوبلتات (III)	$[Pt(NH_3)_3Br(NO_2)Cl]Cl$ كلوريد ثلاثي امين برومو كلورو نايترو بلاتين(IV)

5 - تسمية مركب تناسقي يتضمن ايون معقد سالب وايون معقد موجب

نبدء بتسميه الايون المعقد السالب اولا ثم اسم الايون المعقد الموجب

$[Pt(NH_3)_4][PtCl_4]$ رباعي كلورو بلاتينات (II) رباعي امين بلاتين (II)

$[Ni(en)_2Cl_2][Ni(Cl)_4]$ رباعي كلورو نيكلات (II) ثنائي كلوروبس(اثيلين ثنائي امين)النيكل (IV)

رحلة التفوق
عطاء بلا حدود
A. M. Z

6 – كتابة الصيغة البنائية للمركب التناسقي

أ- تحديد عدد الايونات السالبة أو الموجبة في المجال الايوني خارج المجال التناسقي عن طريق معرفة التكافؤ الاولي

مثال :أكتب الصيغه التركيبية للمركب التناسقي
كلوريد ثنائي كلورو رباعي كربونيل الحديد (III)

ج /

$[Fe(CO)_4Cl_2]Cl_Y$

$(1 \times +3) + (4 \times 0) + (2 \times -1) + (Y \times -1) = 0$

$3 + 0 + (-2) - Y = 0$

$Y = 1$

أذن الصيغة التركيبية

$[Fe(CO)_4Cl_2]Cl$

مثال :أكتب الصيغه البنائية للمعقد التناسقي
سداسي ثايو سياناتو الكرومات (IV) الصوديوم

ج /

$Na_Y[Cr(SCN)_6]$

$(Y \times +1) + (1 \times +4) + (6 \times -1) = 0$

$Y + 4 + (-6) = 0$

$Y = 2$

أذن الصيغه البنائية

$Na_2[Cr(SCN)_6]$

مثال :أكتب الصيغه الكيميائية للمركب التناسقي
نترات ثنائي يودو بس(اثيلين ثنائي امين) النيكل (IV)

ج /

$[Ni(en)_2I_2](NO_3)_Y$

$(1 \times +4) + (2 \times 0) + (2 \times -1) + (Y \times -1) = 0$

$4 + 0 + (-2) - Y = 0$

$Y = 2$

أذن الصيغة التركيبية

$[Ni(en)_2I_2](NO_3)_2$

مثال : أكتب الصيغه البنائية للمعقد التناسقي
خماسي سيانو نايتروسيل فيرات (III) الامونيوم

ج /

$(NH_4)_Y[Fe(NO)(CN)_5]$

$(Y \times +1) + (1 \times +3) + (1 \times 0) + (5 \times -1) = 0$

$Y + 3 + 0 + (-5) = 0$

$Y = 2$

أذن الصيغه البنائية

$(NH_4)_2[Fe(NO)(CN)_5]$

ب – في حالة المعقدات التي بهيئة ايونات سالب أو ايونات موجبة يجب تحديد عدد ونوع شحنة الايون التناسقي من خلال التكافؤ الاولي للفلز المركزي وعدد وشحنة اللكيندات المرتبطة بالفلز المركزي

مثال : أكتب الصيغه التركيبية للايون المقد
أيون سداسي سيانو نيكلات (II)

ج /

$[Ni(CN)_6]^X$

$(1 \times +2) + (6 \times -1) = X$

$-4 = X$

أذن الصيغه البنائية

$[Ni(CN)_6]^{4-}$

مثال : أكتب الصيغه التركيبية للايون المقد
أيون سداسي أكوا كوبلت (III)

ج /

$[Co(H_2O)_6]^X$

$(1 \times +3) + (6 \times 0) = X$

$+3 = X$

أذن الصيغه البنائية

$[Ni(H_2O)_6]^{3+}$

واجب :

تمرين 5-5 /سم المعقدات التناسقية الاتية:

$[Co(NH_3)_5H_2O]Cl_3$ ،
$Na[Co(NH_3)_4Cl_2]$ ،
$K_2[PtCl_6]$ ،
$[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$ ،
$[Cu(en)_2]Cl_2$ ،
$(NH_4)_2[Cr(SCN)_6]$

س / 5-6 سم المركبات المعقدة الآتية:

1- $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{2+}$
2- $Na_2[Fe(CN)_5(NO)]$
3- $[Co(N_3)(NH_3)_5]SO_4$
4- $K_4[Ni(CN)_4]$
5- $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$
6- $[Ni(en)_2Cl_2]^{2+}$
7- $[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$
8- $K_2[PtCl_6]$

س 5-7 اكتب الصيغ التركيبية للمركبات التناسقية الآتية:

أ -نترات ترس(أثيلين ثنائي أمين)كوبلت (III)
ب -سداسي سيانونيكلات (0) بوتاسيوم
ج – أيون اكوا بس أوكزالاتوكرومات (III)
د – رباعي كلورونيكلات (II) بوتاسيوم
ه – رباعي كلورومانغنات (II) بوتاسيوم
و – كلوريد سداسي اكوا تيتانيوم (III)
ز - رباعي كاربونيل نيكل (0)
ح – ايون(اثيلين ثنائي أمين) رباعي يودو كرومات (III)
ط – ايون اكوا سيانوبس أثلين ثنائي الامين الكوبلت (III)
ي – ايون رباعي امين نحاس (II)

أسئلة وزارية

س : وزاي 2013 : الصيغه البنائيه للمركب التناسقي كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III) هي -----------

س : وزاي 2 / 2013 : الصيغه الكيميائيه للمركب التناسقي سداسي سيانوفيرات (II) الكالسيوم هي -----------

س : تمهيدي 2014 : الصيغه التركيبيه للمركب التناسقي رباعي كاربونيل النيكل (0) هي -----------

س : 2014 : الصيغه الكيميائيه للمركب التناسقي كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلوروالكروم (III) هي -----------

س : وزاي 2 / 2016 : الصيغه الكيميائيه للمركب التناسقي كبريتات سداسي اكوا حديد II هي -----------

نظريات التآصر في المركبات التناسقية

لقد كانت نظرية السلسلة ونظرية التناسق لفرنر لتفسير بنية المعقدات التناسقية مقدمة بسيطة لفهم التآصر في المركبات التناسقية، تلى ذلك توسعا واهتماما كبيرين نتج عنهما ثلاث نظريات تستعمل في الوقت الحاضر لوصف طبيعة التآصر في المعقدات التناسقية هي :

1- (VBT) نظرية أصرة التكافؤ 2 - نظرية المجال البلوري 3 - نظرية الاوربتال الجزيئي

وسنقوم في هذه المرحلة الدراسية بشرح مبسط لنظرية أصرة التكافؤ فقط،

نظرية آصرة التكافؤ (VBT)

مقدمه :

(لقد وضحت نظريه لويس طبيعه التكافؤ الثانوي بدلاله الاصره التساهميه التناسقيه التي يساهم فيها الليكاند بزوج من الالكترونات لايون الفلز كالنتروجين في الامونيا

وتفترض قاعده العدد الذري الفعال العمليه التناسقيه بانها فرصه للوصول ايون الفلز الانتقالي الى ترتيب الغاز الخامل او العدد الذري الفعال للغاز الخامل)

نظرية آصرة التكافؤ

يعد تكوين المركب التناسقي حسب هذه النظرية تفاعلا بين قاعدة لويس(الليكند)وحامض لويس(الفلز)مع تكوين آصرة تناسقية بين الليكند والفلز .وهي ذات علاقة وثيقة بالتهجين والشكل الهندسي للذرةالمركزية

تمثل في هذه النظرية اوربتالات الفلز بمربعات(أو في بعض الاحيان دوائر) لبيان توزيع الكترونات الغلاف الخارجي للفلز والالكترونات التالية من الليكندات .وسيتم تطبيق هذه النظرية على المركبات التناسقية ذات الاعداد التناسقية 2 و 3 و 4 فقط

<u>الخطوات الواجب اللازمه لتكوين المعقدات التناسقيه</u> :

1 – نكتب الترتيب الالكتروني للعنصرالانتقالي :

السلسلة	التوزيع الالكتروني
السلسله الانتقاليه الاولى (تبدأبالعنصر21 وتنتهي 30)	**18 [Ar] $4S^2$ $3d^n$**
السلسله الانتقاليه الثانيه (تبدأبالعنصر39 وتنتهي 48)	**36 [Kr] $5S^2$ $4d^n$**
السلسله الانتقاليه الثالثه (تبدأبالعنصر72 وتنتهي 80)	**54 [Xe] $6S^2$ $4F^{14}$ $5d^n$**

2 – نجد العدد التأكسدي للفلز (يتم فقدان الالكترونات من اوربتال S اولا ثم من اوربتال d)

3 – نكتب الترتيب الالكتروني لايون الفلز ونمثل اوربيتالاته بمربعات لبيان تمثيل توزيع الالكترونات الخارجيه للايون

4 – أ - اذا انتهى الترتيب الالكتروني بالمستوى 3d نحدد طبيعه الليكند فيما كان ضاغط او غير ضاغط

- **جميع الليكندات السالبه ضعيفه ما عدا (CN^- و dmg^- و NO_2^- ليكندات قويه)**
- **جميع الليكندات المتعادله قويه ما عدا H_2O ضعيف)**

ب – اذا انتهى الترتيب الالكتروني بالمستوى 4d او 5d فتعتبر جميع الليكندات قويه (ضاغطه)

ليكند ضاغط (قوي) :لانه يجعل الالكترونات المنفردة في المعقد المتكون تزدوج وبذلك تهيء اوربتال فارغ لدخول الليكند
ليكند غير ضاغط (ضعيف) : لانه غير قادر على جعل الالكترونات المنفردة تزدوج .

5 – يكون الايون المعقد من نوع البارا مغناطيسيه اذا احتوت ترتيبه على الكترونات منفرده بينما يكون من نوع دايا مغناطيسيه اذا كان ترتيبه الالكتروني يحتوي على الكترونات مزدوجه

يوضح الجدول (5-3) بعض أنواع الليكندات القوية والضعيفة :

ليكندات قوية		ليكندات ضعيفة	
الاسم	الرمز	الاسم	الرمز
سيانيد	CN^-	يوديد	I^-
امونيا	NH_3	بروميد	Br^-
اثلين ثنائي امين	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	كلوريد	Cl^-
نتريت	NO_2^-	فلوريد	F^-
كاربونيل	CO	هيدروكسيد	OH^-
بيريدين	C_5H_5N	ماء	H_2O

ملاحظه : ان الليكند الضاغط هو ضاغط مع أي عنصر انتقالي

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn

بينما الليكندات الغير ضاغطه يمكن ان تكون ضاغطه مع العناصر الانتقاليه ذات الوزن الجزيئي الكبير (المستوى 4d او 5d)

1– اذا كان العدد التناسقي (2) :

مثال: أعتمادا على نظريه (VBT)بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتيه من الليكندات للمعقد ثنائي امين الفضة $[Ag(NH_3)_2]^+$ (I)

الحل :

$[Ag(NH_3)_2]^+$

$Ag^{(x)} + (NH_3)^0{}_2 = +1$

$(x) + (0)_2 = +1$

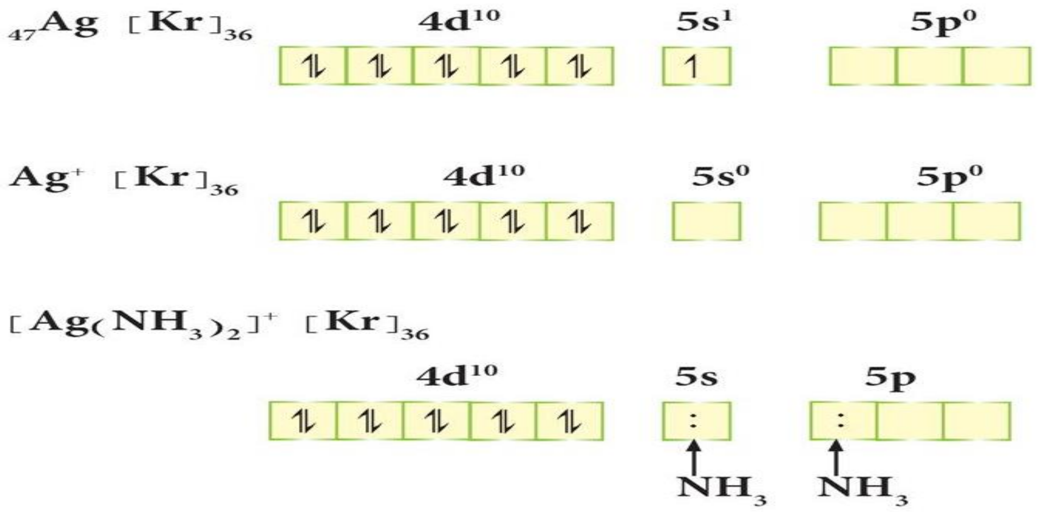
$(x) = +1$ **Ag العدد التأكسدي للفضه**

$_{47}Ag \quad _{36}[Kr] \quad 5S^2 \quad 4d^9$

وبعد الهجره يصبح الترتيب الالكتروني

$_{47}Ag \quad _{36}[Kr] \quad 4d^{10} \quad 5S^1$

الترتيب الالكتروني للغلاف الخارجي لفلز الفضه والترتيب الالكتروني في المعقد كالآتي :



– اربعة الكترونات اتية من ليكندين
– نوع التهجين sp من اشتراك اوربتال واحد من s واوربتال واحد من p في التآصر .
– شكل الايون المعقد خطي (Linear) .
– صفة الايون المعقد دايامغناطيسي نتيجة عدم وجود الكترونات منفردة فيه .

مفهوم الهجره :

أذا انتها الترتيب الالكتروني بنوع (d) أقل من نصف مشبع (4) الكترونات أو (9) الكترونات فسوف تحدث ظاهره الهجره حيث ينتقل الكترون واحد من الغلاف (S) الموجود قبل (d) لكي يصبح (d) نصف مشبع او مشبع (تصبح الذرات اكثر استقرارا)
وهذا يشمل الذرات التاليه

$_{24}Cr \quad _{18}[Ar] \quad 4S^2 \quad 3d^4$

وبعد الهجره يصبح الترتيب الالكتروني

$_{24}Cr \quad _{18}[Ar] \quad 3d^5 \quad 4S^1$

$_{29}Cu \quad _{18}[Ar] \quad 4S^2 \quad 3d^9$

وبعد الهجره يصبح الترتيب الالكتروني

$_{29}Cu \quad _{18}[Ar] \quad 3d^{10} \quad 4S^1$

$_{47}Ag \quad _{36}[Kr] \quad 5S^2 \quad 4d^9$

وبعد الهجره يصبح الترتيب الالكتروني

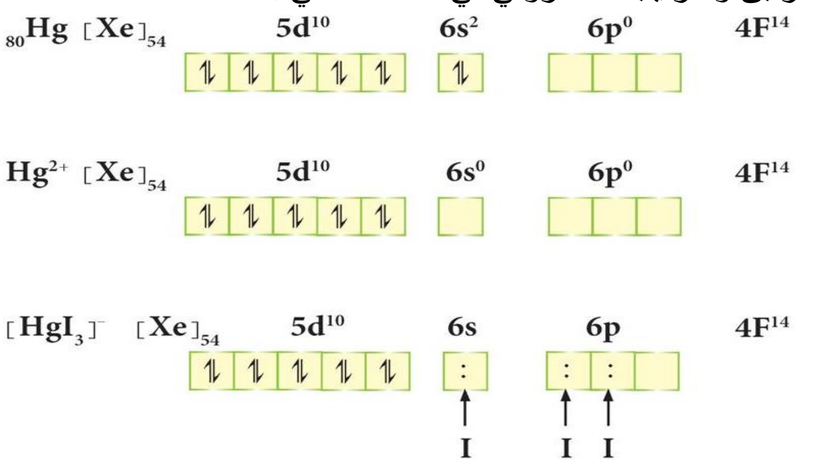
$_{47}Ag \quad _{36}[Kr] \quad 4d^{10} \quad 5S^1$

رحلة التفوق في السادس

2– اذا كان العدد التناسقي (3) :

مثال : وزاري2016/2 خ أعتمادا على نظريه (VBT) بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتيه من الليكندات للمعقد ثلاثي يوديد الزئبقات (II) $[HgI_3]^-$

الحل / الترتيب الالكتروني للغلاف الخارجي لفلز الزئبق والترتيب الالكتروني في المعقد كالآتي :



$[HgI_3]^-$

$Hg^{(x)} + (I)^{-1}{}_3 = -1$

$(x) + (-3) = -1$

العدد التأكسدي للفضه Hg $(x) = +2$

يتم فقدان 2e من اوربتال $6S^2$ اولا

صفات هذا المعقد :

1 - ستة الكترونات اتية من ثلاث ليكندات.

2- نوع التهجين SP^2 من اشتراك اوربتال واحد من S واوربتاين من P في التاصر

3 - شكل الايون المعقد مثلث مستوٍ

4 - صفة الايون المعقد دايامغنا طيسي نتيجة عدم وجود الكترونات منفردة فيه.

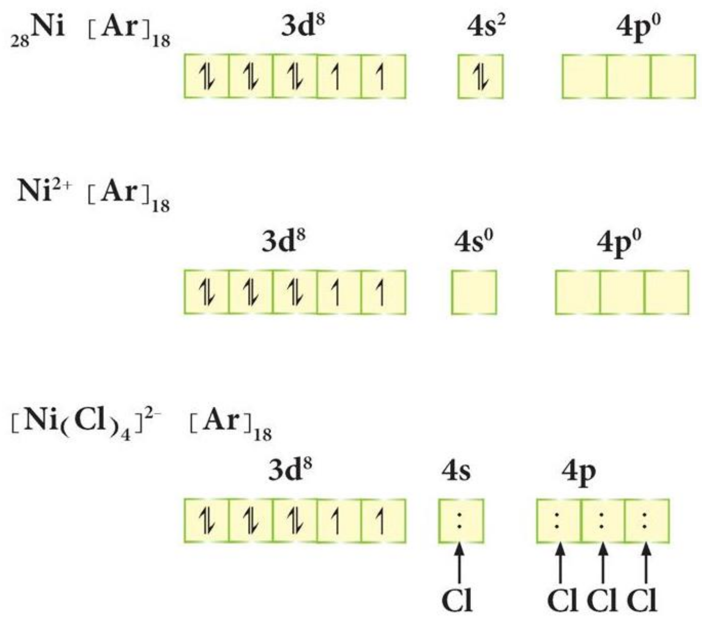
3– اذا كان العدد التناسقي (4) :

أ - اذا انتهى الترتيب الالكتروني بالمستوى 3d (السلسله الانتقاليه الاولى)نحدد طبيعه الليكندفيما كان ضاغط اوغير ضاغط

- جميع الليكندات السالبه ضعيفه ما عدا (CN^- و dmg^- و NO_2^- ليكندات قويه)
- جميع الليكندات المتعادله قويه ما عدا H_2O ضعيف)

مثال : أعتمادا على نظريه (VBT) بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتيه من الليكندات للمعقد رباعي كلوريد النيكل (II) $[Ni(Cl)_4]^{2-}$

الحل / يكون الترتيب الالكتروني للغلاف الخارجي للنيكل والترتيب الالكتروني في المعقد كما يأتي :



$[Ni(Cl)_4]^{2-}$

$[Ni^{(x)} + (Cl)^{-1}{}_4 = -2$

$(x) + (-4) = -2$

العدد التأكسدي لنيكل Ni $(x) = +2$

يتم فقدان 2e من اوربتال $4S^2$ اولا

Ni = 3d
يقع ضمن السلسله الاولى

Cl (ليكند غير ضاغط)

صفات هذا المعقد :

1 - ثمانيه الكترونات اتية من اربع ليكندات.

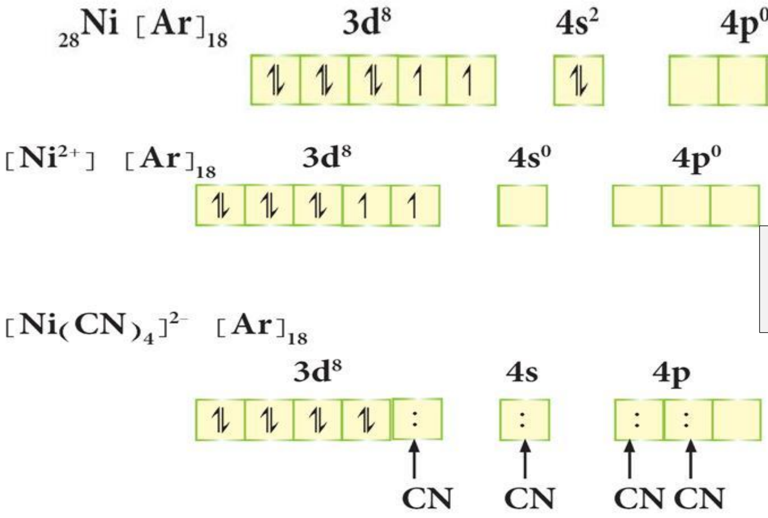
2- نوع التهجين SP^3 من اشتراك اوربتال واحد من S وثلاث أوربتالات من P في التاصر

3 - شكل الايون المعقد رباعي الاوجه منتظم

4 - صفة الايون المعقد بارا مغناطيسي نتيجة لوجود الكترونين غير مزدوجين.

مثال: أعتمادا على نظريه (VBT) بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتيه من الليكندات للمعقد رباعي سيانيدالنيكل $[Ni(CN)_4]^{2-}$

الحل / يكون الترتيب الالكتروني للغلاف الخارجي للنيكل والترتيب الالكتروني في المعقد كما يأتي :



Ni = 3d
يقع ضمن السلسله الاولى

CN (ليكند ضاغط)
لذا تنضغط الالكترونات في المستوى d

صفات هذا المعقد :

1 - ثمانيه الكترونات اتية من اربع ليكندات.

2- نوع التهجين dSP^2 من اشتراك اوربتال واحد من d و أوربتال من S واوربتالين من P في التاصر

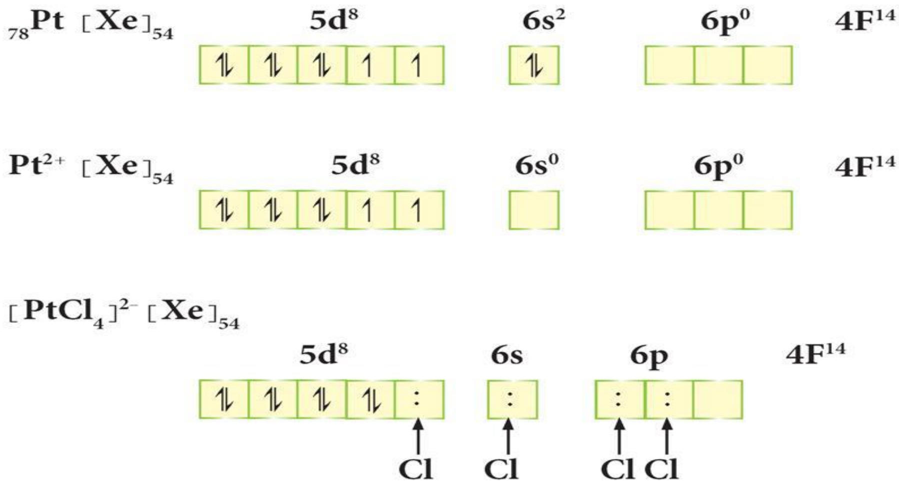
3 - شكل المعقد مربع مستوي 4 - صفة الايون المعقد دايامغناطيسي نتيجة عدم وجود الكترونات منفردة فيه.

ب – اذا انتهى الترتيب الالكتروني بالمستوى 4d او 5d فتعتبر جميع الليكندات قويه (ضاغطه)

في حالة عناصر السلسلتين الانتقاليتين الثانية والثالثة فان معقداتها رباعية التناسق تكون ذات أشكال هندسية من نوع مربع مستوٍ (تهجين dsp^2) بغض النظر عن كون الليكند قوياً أو ضعيفاً . وفي هذه الحالة يكون السبب هو حجم الايون الكبير مقارنة بحجم الايون في السلسلة الانتقالية الأولى فيسهل على أي ليكند بالضغط على الالكترونات وتهيئه اوربتال فارغ

مثال : أعتمادا على نظريه (VBT) بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتيه من الليكندات للمعقد رباعي كلوريد البلاتين $[PtCl_4]^{2-}$؟

الحل /



$[Pt(Cl)_4]^{2-}$

$[Pt^{(x)} + (Cl)^{-1}{}_4 = -2$

$(x) + (-4) = -2$

$(x) = +2$ Pt لعدد التأكسدي للبلاتين

يتم فقدان 2e من اوربتال $6S^2$ اولا

Pt = 5d
يقع ضمن السلسله الثالثه

اذن الليكند يصبح ضاغط لذا تنضغط الالكترونات في المستوى d

واجب

تمرين 5 - 6/اعتمادا على VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للمعقد $[Cu(CN)_2]^-$
الكتله الذريه Cu = 29

تمرين 5 – 7 / وزاري 2016 لماذا المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارامغناطيسي بينما المعقد دايا مغناطيسي $[PtCl_4]^{2-}$ ؟ وضح ذلك وفق نظرية آصرةالتكافؤ الكتله الذريه Pt = 78 / Ni = 28

س 5-10/ وزاري 2013 -2016 اعتمادا على نظرية آصرة التكافؤ(VBT) أجب عن الأسئلة التالية لكل من المركبات التناسقية الاتية
$[Co(CN)_4]^{2-}$: $[Zn(CN)_4]^{2-}$: $[CoCl_4]^{2-}$: $[Ni(dmg)_2]$: $[Pd(CN)_4]^{2-}$; $[PtCl_4]^{2-}$: $[ZnCl_2(NH_3)_2]$
أ -ما نوع التهجين للذرة المركزية ؟ ب - ما الشكل الهندسي للمعقد ؟ ج -ما الصفة المغناطيسية للمعقد ؟ ولماذا ؟
الكتله الذريه Co = 27 / Ni = 28 / Zn = 30 / Pt = 78 / Pd = 46

أسئله اضافيه :

س : اعتمادا على VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكندات للمعقد $[Cu(NH_3)_4]^+$ و $[Zn(dmg)_2]$
الكتله الذريه Cu = 29 / Zn = 30

الزخم المغناطيسي

ويمكن معرفة التهجين وبالتالي الشكل الهندسي للمركبات المعقدة وخاصة التي تكون ذرتها المركزية ذات عدد ذري مفرد من خلال حساب عدد الالكترونات المنفردة في مركباتها المعقدة .يتم ذلك من معرفة الزخم المغناطيسي (μ)الناتج من برم الالكترونات على وفق المعادلة :

$$\mu\ (B.M) = [\ e\ (e + 2)\ ]^{1/2}$$

حيث أن e = عدد الالكترونات المنفردة

وأن B.M هي وحدة لقياس الزخم المغناطيسي تسمى بور مغنيتون (Bohr Magneton)

1 - عندما تكون قيمه e = 1 ⟵ μ = 1.73 BM

2 - عندما تكون قيمه e = 2 ⟵ μ = 2.83 BM

3 - عندما تكون قيمه e = 3 ⟵ μ = 3.87 BM

4 - عندما تكون قيمه e = 4 ⟵ μ = 4.9 BM

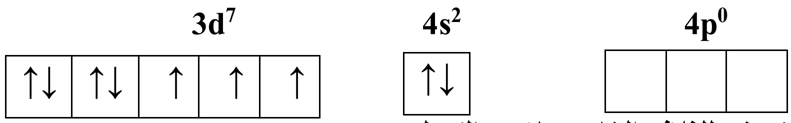
1 - عندما تكون قيمه e = 5 ⟵ μ = 5.91 BM

مثال : 5 –5

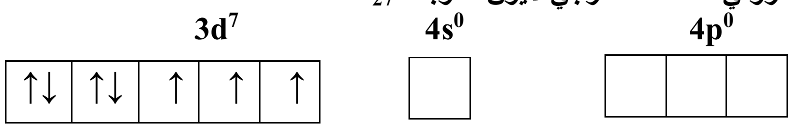
لنفرض أن للكوبلت (II) المعقد $[Co(L)_4]^{+2}$ حيث أن L يمثل ليكند أحادي المخلب .اكتب تهجين هذاالمعقد :

الحل /

$_{27}Co\ \ [Ar]_{18}$



والترتيب الالكتروني للغلاف الخارجي لايون الكوبلت 27 $Co^{2+}\ \ [Ar]_{18}$

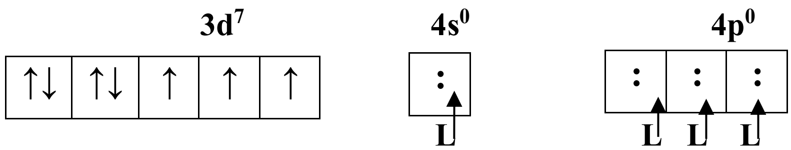


عناصرالسلسله الاولى (مستوى 3d) يتأثر نوع التهجين فيها بنوع الليكند

وبما انه لم يعط في السؤال نوع الليكند لذا نحل السؤال باحتمالين

1 – اذا كان الليكند L ضعيف (غير ضاغط)

$[Co(L)_4]^{2+}$



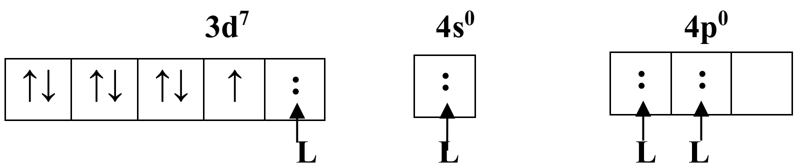
عدد الالكترونات المنفردة = 3e

$$\mu\ (B.M) = [\ e\ (e + 2)\ ]^{1/2}$$
$$\mu\ (B.M) = [\ 3\ (3 + 2)\ ]^{1/2} = 3.87\ B.M$$

التهجين نوع SP^3

2 – اذا كان الليكند L قوي (ضاغط)

$[Co(L)_4]^{2+}$



عدد الالكترونات المنفردة = 1e

$$\mu\ (B.M) = [\ e\ (e + 2)\ ]^{1/2}$$
$$\mu\ (B.M) = [1(1+ 2)]^{1/2} = 1.73\ \ B.M$$

التهجين نوع $d\ SP^2$

س : أذا كان الزخم المغناطيسي (μ) للمركب $[CoL_4]^{2-}$ يساوي 3.87 B.M وان Co تكافؤه II و L ليكند أحادي المخلب . ما شحنه الليكند وما نوع التهجين والشكل الهندسي المتوقع لهذا الايون المعقد اعتمادا على نظريه اصره التكافؤ . العددالذري Co = 27

الحل /

Co تكافؤه II ⟵ العدد التأكسدي Co = 2+

$[CoL_4]^{2-}$

شحنه الليكند $+2 + 4L = -2 \longrightarrow 4L = -4 \longrightarrow L = \frac{-4}{4} = -1$

$\mu = \sqrt{e\,[\,e+2\,]} \longrightarrow 3.87 = \sqrt{e\,[\,e+2\,]}$

وبتربيع الطرفين $15 = e^2 + 2e$

$e^2 + 2e - 15 = 0 \longrightarrow (e+5)(e-3) = 0$

لذا اما $e = -5$ (تهمل القيمه السالبه)

أو $e = 3$ (عدد الالكترونات المنفرده)

$_{27}Co$ [Ar] 18

3d⁷: ↑↓ | ↑↓ | ↑ | ↑ | ↑ 4s²: ↑↓ 4p⁰: □ □ □

والترتيب الالكتروني للغلاف الخارجي لايون الكوبلت $_{27}Co^{2+}$ [Ar] 18

3d⁷: ↑↓ | ↑↓ | ↑ | ↑ | ↑ 4s⁰: □ 4p⁰: □ □ □

$e = 3$ (عدد الالكترونات المنفرده) اذن الليكند غير ضاغط

$[Co(L)_4]^{2-}$

3d⁷: ↑↓ | ↑↓ | ↑ | ↑ | ↑ 4s⁰: L 4p⁰: L L L

نوع التهجين : SP^3

الشكل : رباعي الاوجه منتظم

وزاري الاعداد التناسقية والاشكال الهندسية

إن العدد التناسقي يمثل عدد الذرات المرتبطة مباشرة بالفلز المركزي وان لهذا العدد علاقة بالشكل الهندسي المتوقع للمعقد التناسقي «عدد الليكندات التي ترتبط بالايون المركزي باواصر تناسقية »

فاذا كان العدد التناسقي يساوي 2 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون ذو تركيب خطي،

اما اذا كان العدد التناسقي يساوي 3 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون شكل مثلث مستوي

واذا كان العدد التناسقي يساوي 4 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون اما بشكل

رباعي الاوجه منتظم (SP^3) او مربع مستوي (dsP^2)

تمرين 5 - 8 / / وزاري 2013- 2014 اعتماداً على نظرية آصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقدين $[Co(H_2O)_4]^{2+}$ و $[PdCl_4]^{2-}$ ثم احسب (μ) لكل منها. الاعدادالذريه Pd = 46 / Co = 27 ج / Sp^3 - dsP^2

س 5 - 11 : اعتماداً على نظريه اصره التكافؤ (VBT) ما هو عدد الالكترونات المنفرده للمركبات التناسقيه التاليه ، وما قيمه (μ) لكل منها ؟ $[Ni(NH_3)_4]^{2+}$; $[Ni(H_2O)_4]^{2+}$ العددالذري Ni = 28

س 5 - 12 : أذا كان الزخم المغناطيسي (μ) للمركب $[MnL_4]^{2-}$ يساوي 5.9 B.M . وان Mn تكافؤه II و L ليكند أحادي المخلب . ما شحنه الليكند وما نوع التهجين والشكل الهندسي المتوقع لهذا الايون المعقد اعتمادا على نظريه اصره التكافؤ .
العددالذري Mn= 25 ج : SP^3 ; رباعي الاوجه منتظم

س 5 - 13 : لنفرض ان للنيكل II في المعقد الايوني $[NiL_4]^{2-}$ الليكند L حيث يمثل ليكند احادي المخلب جد :
1) شحنه الليكند L 2) التهجين للذره المركزيه في المعقد الايوني 3) الزخم المغناطيسي (μ) العددالذري Ni = 28

س واجب : اعتمادا على نظرية آصرة التكافؤ(VBT) ماهو عدد الالكترونات المنفردة للمركب $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ وما قيمة (μ)

المفاهيم الاساسية

الملح المزدوج وزاري 2016
هو مركب اضافة مستقريعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة .

المركب التناسقي فهوايضا مركب اضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء ,أي ان الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونة له سوف تختفي.

نظرية السلسلة
وهي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان الليكندات ترتبط مع بعضها على شكل سلسلة على غرار تكوين السلاسل بين ذرات الكاربون الذي كان معروفا في الكيمياء العضوية وترتبط مع الايون المركزي لاشباع نوعواحد من التكافؤ.

نظرية فرنر
وهي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان اكثر العناصر تمتلك نوعين من التكافؤ ,تكافؤ اولي يعرف بحالة التاكسد وتكافؤ ثانوي يعرف بعدد التناسق .ويحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب تناسقي اشباع كلا التكافئيين حيث تتشبع التكافؤات الاولية بايونات سالبة اما التكافؤات الثانوية فتتشبع بايونات سالبة او جزيئات متعادلة.

الليكند وزاري 2/2014
جزيء او ايون سالب الشحنة يرتبط بالايون المركزي من خلال ذرة مانحة واحدة او اكثر من المزدوجات الالكترونية.

ليكند احادي المخلب : هو ليكند يهب مزدوجا واحدا من الالكترونات
ليكند ثنائي المخلب: هو ليكند يهب زوجين من الالكترونات
ليكند متعدد المخلب : هو ليكند يهب اكثر من زوجين من الالكترونات

الليكندات الكليتية وزاري 2016/خ

وهي الليكندات التي ترتبط في موقعين او اكثر في ان واحد مع نفس الايون الفلزي

مجال التناسق وزاري 3/2016
عباره عن أقواس مربعة [ ] تتكون من ذرة الفلز المركزية والليكندات المتصلة به داخل هذه الاقواس
قاعدة العدد الذري الفعال وزاري 2017/ت

تنص هذه القاعدة على ان المعقد التناسقي يصبح مستقرا اذا كان مجموع الالكترونات الموجودة على الفلز والالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات تساوي العدد الذري لأحد الغازات النبيلة Rn او Xe او Kr.
ويسمى المجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية والممنوحة من الليكندات **بالعدد الذري الفعال.**

نظرية اصرة التكافؤ(VBT)
تعد هذه النظرية تكوين المركبات التناسقية تفاعلا بين حامض لويس(الفلز)وقاعدة لويس(الليكند)مع تكوين اصرة تناسقية بينهما .وهي ذات علاقة وثيقة بالتهجين والشكل الهندسي للمعقدات .وتمثل في هذه النظرية اوربتالات الفلز بمربعات(او في بعض الأحيان دوائر)لبيان توزيع الكترونات الغلاف الخارجي للفلز والالكترونات الآتية من الليكندات.

الاعداد التناسقية والاشكال الهندسية
ان للعدد التناسقي «عدد الليكندات التي ترتبط بالايون المركزي باواصر تناسقية علاقة بالشكل الهندسي المتوقع » للمعقد التناسقي .فاذا كان العدد التناسقي يساوي 2 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون ذو تركيب خطي،
اما اذا كان العدد التناسقي يساوي 3 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون اما شكل مثلث مستوي او شكل هرم ثلاثي القاعدة
واذا كان العدد التناسقي يساوي 4 فان الشكل الهندسي المتوقع بشكل رباعي الاوجه منتظم او مربع مستوي

تعاليل مهمة

علل / وضح لماذا يصنف هذا المركب "الشب" ($Al_2 (SO_4)_3 . K_2SO_4 . 24 H_2O$) كملح مزدوج

ج /لانه يتكون من مزج محلولين لملحين بسيطين هما كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 وكبريتات الالمنيوم ($Al_2 (SO_4)_3$) فعند ذوبانه في الماء يعطي الايونات التاليه K^+ و SO_4^{2-} و Al^{3+}

علل / أختفاء الصفات المستقله لقسم من الايونات المكونه للمركب المعقد

ج / لانه عند ذوبان المركب المعقد في الماء لايعطي هذه الايونات بل تبقى ضمن المركب المعقد

علل / يصنف المركب $CuSO_4 . 4NH_3$ كمركب تناسقي (معقد تناسقي)

ج / لانه عند ذوبانه في الماء يعطي الايون $SO4^{2-}$ والايون المعقد $[Cu (NH_3)_4]^{2+}$ وبالتالي يعطي كشفا لايون الكبريتا ت $SO4^{2-}$ ولايعطي كشفا لايون النحاس Cu^{2+} لان ايون النحاس ضمن الايون المعقد $[Cu (NH_3)_4]^{2+}$

علل : وضح لماذا يصنف المركب $Fe (NH_4)_2 (SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد (مركب تناسقي)

الحل / المركب $Fe (NH4)_4 (SO_4)_2$ هو ملح مور خالي من الماء،
وعند ذوبانه في الماء فإنه يعطي كشفا لأيونات Fe^{2+} و NH_4^+ و SO_4^-.
اما عند اذابة المركب $K_3 [Fe (CN)_6]$ في الماء فيكون على وفق المعادلة:

$$K_3 [Fe (CN)_6] \longrightarrow 3 K^+ + [Fe (CN)_6]^{3-}$$

فإن المحلول المعقد في الماء يعطي كشف لأيون K^+ فقط
ولا يعطي كشف لأيون Fe^{3+} وايون CN^-.لانها تكون ضمن الأيون المعقد $[Fe (CN)_6]^{3-}$
وهذا يعني ان المركب $FeSO_4. (NH_4)_2 SO_4$ هو ملح مزدوج بينما المركب $K_3 [Fe (CN)_6]$ هو مركب تناسقي

علل/ عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2 SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فان المحلول الناتج يعطي كشفاً لايون Fe^{2+} بينما عند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية 1 :4 فان المحلول الناتج لا يعطي كشفاً لايون Cu^{2+} وضح ذلك ؟

عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فأن المركب الناتج يكون كما في المعادلة الآتية :

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 \longrightarrow FeSO_4. (NH_4)_2SO_4$$

والمركب الناتج هو ملح مور وهو ملح مزدوج عند ذوبانه في الماء يعطي كشف لايونات المكونة له كافة وهي SO_4^{-2} و Fe^{2+}
وعند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 4:1 فأن المركب الناتج يكون كما في المعادلة الآتية :

$$CuSO_4 + 4NH_3 \longrightarrow [Cu(NH_3)_4] SO_4$$

وهذا يعني انه يعطي كشف لأيون $SO4^{2-}$ فقط
ولا يعطي كشف لأيون Cu^{2+} لأنه ليس ايوناً مستقلاً بل ضمن الايون المعقد $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$

علل / ما سبب فشل نظرية السلسله

ج / لانها لم تستطع ان تفسر كافه النتائج العمليه (وخصوصا المعقد $CoCl_3. 3NH_3$)**ولهذا السبب** ولاسباب اخرى **لم تنجح** هذه النظرية في تفسير الخواص كافة لهذا النوع من المركبات.

علل / تترسب ايونات الكلوريد في مركب $CoCl_3. 6NH_3$ بسرعه عند اضافه نترات الفضه اليه

ج /لان ايونات الكلوريد غيرمرتبطه مباشره بالكوبلت ولهذا فان ايونات الكلوريد تترسب بسرعه على شكل $AgCl$

علل / لا يترسب كلوريد الفضه من مركب $CoCl_3. 3NH_3$ عند اضافه نترات الفضه اليه

ج / لان ايونات الكلوريد مرتبطه مباشره بالكوبلت مما يولد قوه جذب بينهما فلا يمكن انتزاع الكلور بسهوله مم يؤدي على عدم ترسب كلوريد الفضه

علل / بين سبب فشل نظريه السلسله في تفسير ارتباط المركب $CoCl_3. 3NH_3$ ونجاح نظريه فرنر في تفسيرارتباط هذا المركبج / لان نظريه السلسله افترضت ان احد ايونات الكلوريد لايرتبط مباشره بالذره المركزيه و لكن وجد عدم ترسب الكلوريد Cl^- عند اضافة محلول نترات الفضة إليه (اي انها لم تستطع ان تفسر كافة النتائج العمليه)
اما نظريه فرنر فسرت ذلك بان ايونات الكلوريد موجوده جميعها ضمن مجال التناسق

علل / عدم ترسب ايون الكلوريد Cl^- عند اضافه ايون الفضه Ag^+ للمركب $CoCl_3 3NH_3$

ج / لان ايونات الكلوريد موجوده جميعها ضمن مجال التناسق وهذا عكس ما توقعته نظرية السلسة

نماذج أسئله بكلوريا

1- المركبات التناسقية :

التعريفات

الليكند (2/2014 خ) /الليكندات الكليتية (2016خ) / الملح المزدوج(2/2016) / مجال التناسق (3/2016)

س : تمهيدي 2013مالفرق بين الملح المزدوج وبين المركب التناسقي مع مثال لكل منهما

س : 2014: وضح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد

س : 2016: علل : يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد (مركب تناسقي)

س : 3/2016: ما الفرق بين ملح مور $Fe(SO_4)_2(NH_4)_2.6H_2O$ والمعقد التناسقي $K[FeCl_4]$

س : وزاي 2013 - 2016 (ت) : مالتكافؤالاولي والتكافؤ الثانوي للفلز المركزي في المركب $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$

س : وزاي 2013 (الدور الثاني) : مالتكافؤالاولي والتكافؤ الثانوي للكوبلت في المركب $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$

س : وزاي 2/2015 : مالتكافؤالاولي والتكافؤ الثانوي للحديد في المركب $K_3[Fe(CN)_6]$

2- العدد الذري الفعال :

س : تمهيدي 2013 : مالعددالذري الفعال للمعقد $[Ag(NH_3)_4]^+$ وهل تنطبق قاعده العدد (EAN) عليه ؟ العدد الذري Ag = 47

س : تمهيدي 2014 :مالعددالذري الفعال للمعقد $[Pd(NH_3)_6]^{4+}$ وهل تنطبق قاعده العدد (EAN) عليه ؟ العدد الذري Pd= 46

س 2015 : العدد الذري الفعال للمعقد $[Fe(CN)_6]^{3-}$ يساوي ---------- علما أن العددد الذري للحديد (26)

س 2015 (تمهيدي) : العدد الذري الفعال للمعقد $[Mn_2(CO)_{10}]$ يساوي ---------- علما أن العددد الذري Mn =25

س 2015/3 : العدد الذري الفعال للمركب $[Ni(en)_3]^{2+}$ هو -----------

س 2016/2 : العدد الذري الفعال للمعقد $[Co_2(CO)_8]$ يساوي ---------- علما أن العددد الذري Co =27

س 2016 /3 : العدد الذري الفعال للمعقد $[Fe(CO)_5]$ يساوي ---------- علما أن العددد الذري للحديد (26)

س وزاري 2017 تمهيدي : عرف العدد الذري الفعال

3- تسميه المركبات :

س : وزاي 2013 : الصيغه البنائية للمركب التناسقي كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III) هي ------------

س : وزاي 2 / 2013 - 2017 (تمهيدي): الصيغة التركيبية للمركب التناسقي سداسي سيانوفيرات (II) الكالسيوم هي ------------

س : تمهيدي 2014 : الصيغة التركيبيه للمركب التناسقي رباعي كاربونيل النيكل (0) هي ------------

س : 2014 : الصيغة الكيميائيه للمركب التناسقي كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلوروالكروم (III) هي ------------

س : 2014 / 3 : الصيغة الكيميائي للمركب التناسقي كلوريد سداسي أمين الكروم (III) هي ------------

س : وزاي 2 / 2016 : الصيغة الكيميائيه للمركب التناسقي كبريتات سداسي اكوا حديد II هي ------------

---

4- نظريه اصره التكافؤ :

س : تمهيدي 2013 : - 2016 (ت) أعتمادا على نظريه اصره التكافؤ (VBT) مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفه المغناطيسيه للمعقد $[PdCl_4]^{2+}$ ثم احسب μ له علما ان العدد الذري pd = 46 وCl = 17

س : وزاي 2013 - 2016: لماذا المعقد $[PtCl_4]^{2-}$ دايا مغناطيسي بينما المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارا مغناطيسي؟ وضح ذلك وفق نظرية آصرة التكافئ. ثم بين انوع التهجين والشكل الهندسي والصفه المغناطيسيه ثم احسب μ لكل منهما
علما ان العدد الذري pt = 78 وCl = 17 و Ni = 28

س : وزاي 2013 (الدور الثاني) :اعتمادا على نظريه اصره التكافؤ (VBT) مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفه المغناطيسيه للمعقد $[NiCl_4]^{2-}$ثم احسب μ له علما ان العدد الذري Ni= 28 وCl = 17

س : تمهيدي 2014 :اعتمادا على نظريه اصره التكافؤ (VBT) مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفه المغناطيسيه للمعقد $[NiCl_4]^{2-}$
علما ان العدد الذري Ni= 28

س :2014 : اعتماداً على نظرية آصرة التكافؤ (VBT) ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد $[Co(H_2O)4]^{2+}$ ثم احسب (μ) علما ان . Co = 27 / $\sqrt{15}$ = 3.87

س : 2015 - 2016/2:اعتمادا على نظريه اصره التكافؤ (VBT) مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفه المغناطيسيه للمعقد $[ZnCl_2(NH_3)_2]$ علما ان العدد الذري للخارصين يساوي 30

س : وزاي 2015/2 (خارج العراق) :اعتمادا على نظريه اصره التكافؤ (VBT) مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفه المغناطيسيه للمعقد $[Ni(CN)_4]^{2-}$ علما ان العدد الذري Ni = 28

س:وزاي 2015 /3 :اعتمادا على نظريه اصره التكافؤ (VBT) مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفه المغناطيسيه للمعقد $[PtCl_4]^{2-}$

س : :2016 خ - أعتمادا على نظريه اصره التكافؤ (VBT) مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفه المغناطيسيه للمعقد $Na_2[PdCl_4]$ ثم احسب μ له علما ان العدد الذري pd = 46

س : :2016/2 خ - أعتمادا على نظريه اصره التكافؤ (VBT) مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفه المغناطيسيه للمعقد $[HgI_3]^{2-}$
علما ان العدد الذري Hg = 80

س:وزاي 2016 /3 :اعتمادا على نظريه اصره التكافؤ (VBT) قارن بين المركبين التناسقين $[Ni(H_2O)_4]^{2+}$ و $[Ni(NH_3)_4]^{2+}$
من حيث التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية علما ان العدد الذري Ni = 28

س : وزاي2017 (تمهيدي) :اعتمادا على نظريه اصره التكافؤ (VBT) مانوع التهجين والشكل الهندسي والصفه المغناطيسيه للمعقد $[Co(CN)_4]^{2-}$ علما ان العدد الذري Co = 27

المساعد في الكيمياء

للصف السادس العلمي

الفصل السادس

طرق التحليل الكيميائي

لسنه 2016 - 2017

أعداد المدرس

وهب منير الموسوي

أعداديه الشيخ احمد الوائلي

الفصل السادس : طرائق التحليل الكيميائي النوعي والكمي

الكيمياء التحليلية: تهتم الكيمياء التحليلية بتشخيص العينة المراد تحليلها(التحليل الوصفي)وكذلك بتعيين محتواها من المكونات(التحليل الكمي)

يقصد بالتحليل الكيميائي التعرف على
1– التعرف على نوع العناصر المكونة للمادة (**التحليل الوصفي**)
2- التعرف على كمية كل عنصرفي العينة، (**التحليل الكمي**)

تطبيقات التحليل الكيميائي :

أ – **في مجالات دراسة تلوث الهواء :** حيث تستخدم طرائق الحليل الكيميائي لقياس كميات الهيدروكاربونات المختلفة و اكاسيد النتروجين وغاز أحادي اوكسيد الكاربون المنبعثة من عوادم السيارات.

ب – **في المجالات الطبيه :** تكون المعرفة الدقيقة لمحتوى دم الإنسان من كمية الكالسيوم المتأين ضرورية لتشخيص الإصابة بمرض الغدة الدرقية المفرط.

ج – **في المجالات الغذائيه :**وفي مجال الأغذية التي يستهلكها الانسان،فمثلا يمكن الربط بين محتوى النتروجين في أي منتج غذائي مباشرة بمحتوى الغذاء من البروتين.

د – **في المجالات الصناعي :**إن إجراء عمليات التحليل الكمي وبشكل دوري تمكن من السيطرة على مواصفات الحديد المنتج من حيث القوة والصلابة وقابليته على مقاومة التآكل.

فروع الكيمياء التحليلية

- **التحليل الوصفي**
- **التحليل الكمى**
  - **التحليل الحجمى**
  - **التحليل الوزنى**

طرائق التحليل :

أ 0 طرائق التحليل الوصفي (النوعي)

هي مجموعة من طرائق تحليل كيميائي تهدف الى معرفة هوية مكون واحد او اكثر من مكونات مادة (ذره أو أيون او مركب أو مخلوط) او مزيج من المواد والاسلوب الذي ترتبط به هذه المكونات بعضها بالبعض الاخر.

تتضمن عملية التحليل الوصفي خطوتين

الخطوه الاولى: يتم فصل الايونات الموجبه (بطريقة ترشيح الراسب الذي يحتويها)عن بقية الايونات الأخرى
الخطوه الثانيه :هي الكشف عن وجود كل ايون

تشخيص المادة المراد تحليلها : (الكشف)

المادة المراد تحليلها $\xrightarrow[\text{تفاعل كيميائي}]{\text{كاشف}}$ **مركب جديد**

مراحل انجاز عمليه التحليل الوصفي لمزيج مكون من مجموعة الايونات الموجبة

1 - تقسم عادةالايونات الموجبه إلى خمسه مجاميع
2 - تمتاز كل مجموعة منها بأن لها عاملاً مرسباً معيناً تؤدي عملية إضافته للمحلول الذي يضم مزيج الايونات إلى ترسيب مجموعة الايونات الخاصة بتلك المجموعة
3 – فصل الايونات بعمليه الترشيح
4 - الكشف عن الايونات او المكون (الماده المجهوله المراد الكشف عنها)

تقسم الايونات الموجبة (الاكثر شيوعاً) الى خمسة مجاميع تمتاز ايونات كل مجموعة منها بان لها نفس العامل المرسب كما هو مبين في الجدول 6 - 1

جدول (6 -1) : المجاميع الخمسه من الايونات الموجبه وعواملها المرسبه والصيغ الكيميائيه للرواسب الناتجه

المجموعه		العامل المرسب للمجموعه	أيونات المجموعه		صيغه الراسب
I		حامض HCl	Ag^+ Hg_2^{2+} Pb^{2+}	الفضه الزئبقوز الرصاصI	$AgCl$ ، Hg_2Cl_2 ، $PbCl_2$ **على شكل كلوريدات**
II		كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود HCl المخفف	Hg^{2+} Cu^{2+} Cd^{2+} Pb^{2+} Sn^{2+} Bi^{3+} As^{3+} Sb^{3+}	الزئبقيك النحاس كادميوم رصاصII قصدير بزموث زرنيخ أنتيمون	CdS، CuS ، HgS SnS ، PbS، Sb_2S_3 ، Bi_2S_3 ، As_2S_3 **على شكل كبريتيدات**
III	A	هيدروكسيدالامونيومNH_4OH مع كلوريدالامونيوم NH_4Cl	Al^{3+} Cr^{3+} Fe^{3+}	المنيوم كروم حديد	$Al(OH)_3$ ، $Cr(OH)_3$ $Fe(OH)_3$ **على شكل هيدروكسيدات**
III	B	كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود NH_4Clو NH_4OH	Ni^{2+} Zn^{2+} Co^{2+} Mn^{2+}	نيكل خارصين كوبلت منغنيز	ZnS، ، NiS MnS ، CoS **على شكل كبريتيدات**
IV		$(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4Cl و NH_4OH	Ca^{2+} Ba^{2+} Sr^{2+}	كالسيوم باريوم سترونتيوم	$CaCO_3$ ، $BaCO_3$ ، $SrCO_3$ **على شكل كاربونات**
V		تبقى في المحلول النهائي بدون ترسيب	Na^+ K^+ NH_4^+ Mg^{2+}	صوديوم بوتاسيوم امونيوم مغنسيوم	

ملاحظات

1 – س وزاري 2014/ 3 : لماذا يصنف أيون الرصاص ضمن المجموعتين (I / II)

ج / وذلك لكون ذوبانية كلوريد الرصاص كبيرة نسبياً مما يسبب في بعض الاحيان عدم ترسبه بشكل تام عند اضافة حامض HCl المخفف فيتم ترسيبه بشكل تام عند أضافه العامل المرسب H_2S

2- ايون الزئبقوز Hg_2^{2+} العدد التأكسدي = +1 ولكن على شكل أيونين

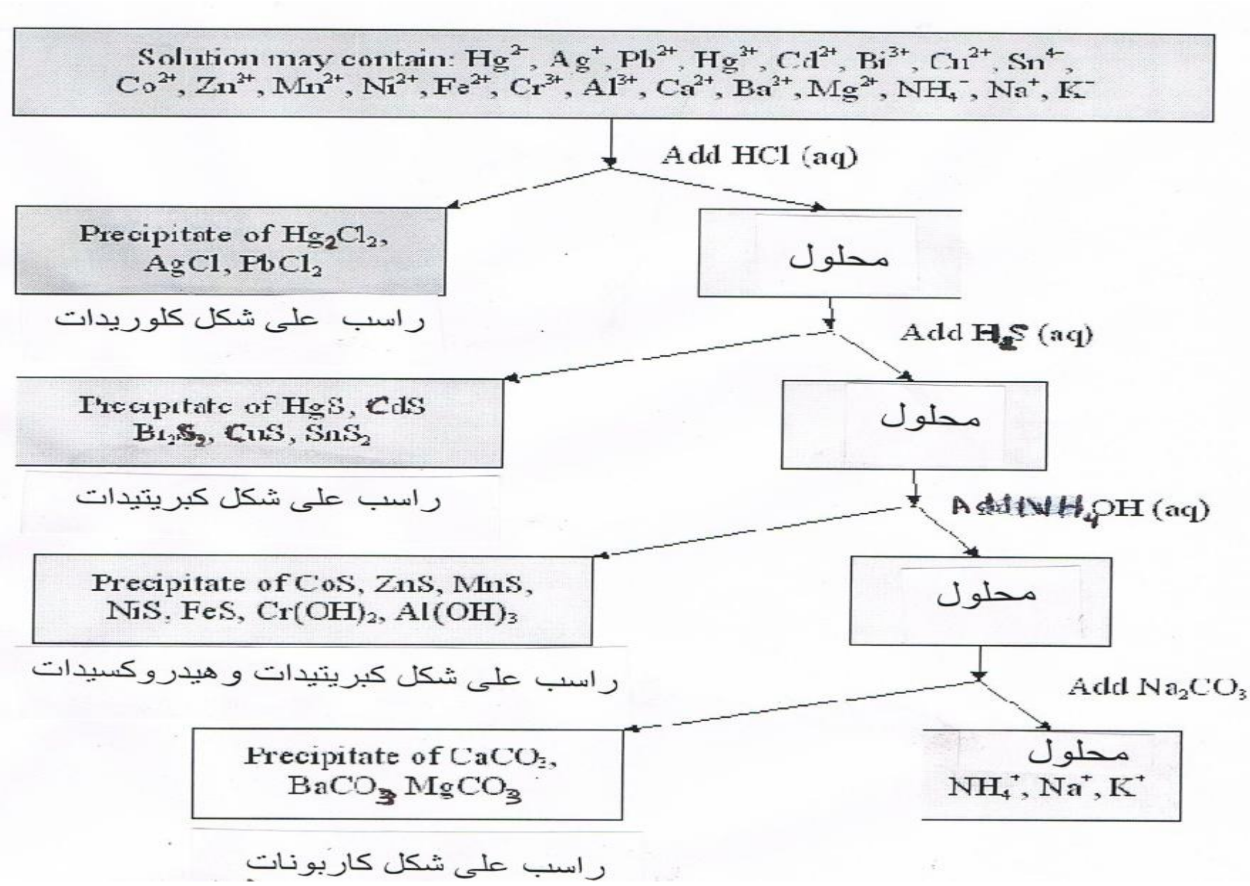
$$Hg^+ : Hg^+ = Hg_2^{2+}$$

3 - الكاشف كيميائي المناسب يدعى العامل المرسب

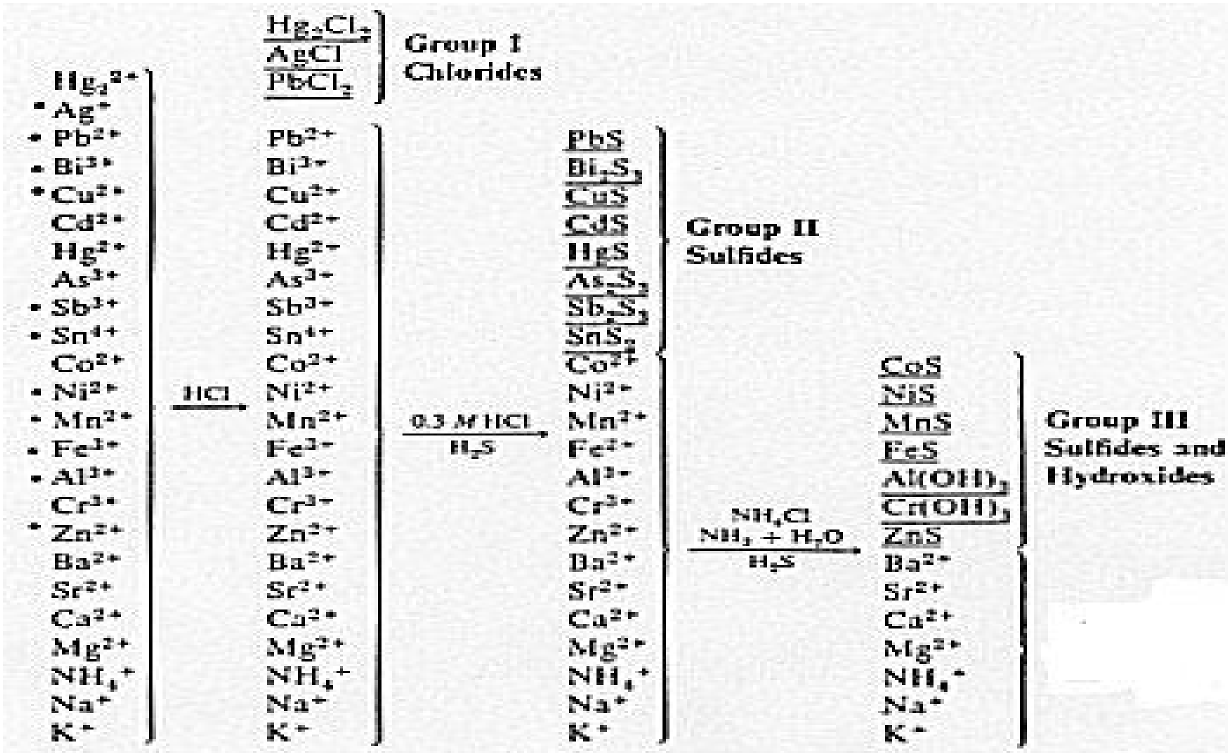
4 - علل / لايضاف عامل مرسب للمجموعه الخامسه من الايونات الموجبه

ج / لانها تبقى ذائبه لوحدها في المحلول بعد فصل ايونات المجاميع الاخرى

مخطط توضيحي (للاطلاع)



مخطط رقم 1



مخطط رقم2

تجربة عملية لفصل وتحليل ايونات المجموعة الأولى

يتم فصل ايونات المجموعة الأولى (Hg_2^{2+} ، Pb^{2+} ، Ag^+) من المحلول وذلك بترسيبها على هيئة كلوريدات ($PbCl_2$ - $HgCl_2$ - $AgCl$) ثم يتم الكشف عن كل ايون :

1 – أ عند إضافة الماء المغلي إلى مزيج الرواسب يذوب راسب $PbCl_2$ في الماء المغلي بينما لا يتأثر راسب $AgCl$ و Hg_2Cl_2 بذلك يتم إزالة $PbCl_2$ وفصله بعملية الترشيح

ب - ويتم الكشف عن وجود الرصاص في الراشح بإضافة محلول كاشف كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 اليه ليكون راسبا اصفر من كرومات الرصاص $PbCrO_4$:

$$PbCl_2 + K_2CrO_4 \longrightarrow PbCrO_4\downarrow + 2KCl$$

عامل مرسب (كاشف) — راسب اصفر

2 - يضاف محلول الامونيا المخفف NH_3 الى الراسب المتبقي $AgCl$ و Hg_2Cl_2 بعد فصل كلوريد الرصاص، حيث يذوب كلوريد الفضة $AgCl$ لينتج مركب معقد ذائب هو كلوريد الفضة الامونياكي $Ag(NH_3)_2Cl$ يتم فصله بالترشيح،

يتم التأكد من وجود الفضة في الراشح الناتج خلال اضافة محلول حامض النتريك HNO_3 المخفف ليعطي راسبا ابيض أو اضافة محلول يوديد البوتاسيوم KI ليعطي راسبا اصفر وكمايأتي :

$$AgCl + 2NH_3 \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$$

كلوريد الفضة الامونياكي (ذائب)

$$[Ag(NH_3)_2]Cl + 2HNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + 2NH_4NO_3$$

راسب ابيض

$$[Ag(NH_3)_2]Cl + KI \longrightarrow AgI\downarrow + KCl + 2NH_3$$

راسب اصفر

3- يتفاعل كلوريد الزئبق(I) Hg_2Cl_2 مع محلول الامونيا ليتحول إلى مزيج غير ذائب ذي لون اسود دلالة على وجود الزئبق

$$Hg_2Cl_2 + 2NH_3 \longrightarrow Hg(NH_2)Cl\downarrow + Hg\downarrow + NH_4Cl$$

راسب ابيض — راسب اسود

4 - ثم يضاف الماء الملكي (مزيج مكون من HNO_3 + $3\ HCl$) إليه لتحويله الى ملح ذائب ($HgCl_2$) ثم يمكن الكشف عن وجود الزئبق بإضافة محلول كلوريد القصدير(II) ($SnCl_2$) الذي يحول المحلول إلى راسب ابيض ثم يتحول بالتدريج إلى راسب اسود

$$2HgCl_2 + SnCl_2 \longrightarrow SnCl_4 + Hg_2Cl_2\downarrow$$

راسب ابيض

$$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 \longrightarrow SnCl_4 + 2Hg\downarrow$$

راسب اسود

مخطط لفصل ايونات المجموعة الاولى



مثال (6 -1) كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة Ag^{+} و الكاديميوم Cd^{2+} والحديد (III) Fe^{3+}

الحل : بما أن أيون الفضة Ag^{+} ⟵ المجموعة الاولى
وأيون الكاديميوم Cd^{2+} ⟵ المجموعة الثانية
وأيون الحديد (III) Fe^{3+} ⟵ المجموعة الثالثة

لذلك يمكن الفصل بين هذه الآيونات حسب الاضافة النظامية للعوامل المرسبة لهذه المجاميع وكالاتي :

1- يضاف **العامل المرسب**(حامض HCl) للمجموعة الاولى فيترسب ايون الفضة Ag^{+} على هيئة $AgCl$

$$\underset{}{Ag^{+}} + \underset{\text{عامل راسب}}{HCl} \longrightarrow \underset{\text{راسب}}{AgCl\downarrow} + H^{+}$$

ويفصل الراسب كلوريد الفضة عن بقية مكونات المحلول بعملية **التر**شيح.

2- **يمرر** غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S (العامل المرسب)عل ا **(الراشح المتبقي)** لمزيج أيوني الكاديميوم Cd^{2+} والحديد (III) Fe^{3+} **فيترسب أيون الكاديميوم** على هيئة كبريتيد الكاديميوم CdS ويفصل عن المحلول بالترشيح.

$$Cd^{2+} + \underset{\text{عامل راسب}}{H_2S} \longrightarrow \underset{\text{راسب}}{CdS\downarrow} + 2H^{+}$$

3- يبقى أيون الحديد (III) Fe^{3+} في المحلول لوحده **(الراشح المتبقي)**

حيث يتم ترسيبه على هيئة هيدروكسيد الحديد (III) $Fe(OH)_3$ وذلك باضافة العامل المرسب NH_4OH. و NH_4Cl

تمرين (6-1) : أكمل المعادلات الاتية: (واجب)

$Hg_2^{+2} + HCl \longrightarrow$

$Bi^{3+} + H_2S \xrightarrow[\text{مخفف}]{HCl}$

$Al^{3+} + NH_4OH \xrightarrow{NH_4Cl}$

$Mn^{2+} + H_2S \xrightarrow[NH_4Cl]{NH_4OH}$

س / 6-1 : كيف يمكن الفصل بين الأيونات الموجبة الأكثر شيوعا

س / 6-2 : عدد الأيونات الموجبة المصنفة ضمن المجموعة الثانية مع ذكر العامل المرسب لها ثم بين كيف يمكن فصل ايون النحاس عن أيون الحديديك عند وجودهما في نفس المحلول

س / 6- 3 : أكمل التفاعلات التالية مع ذكر صفات النواتج في كل مما يأتي :

$PbCl_2 \xrightarrow{\text{ماء مغلي و } K_2CrO_4}$

$AgCl \xrightarrow{NH_3} \quad \xrightarrow{HNO_3}$

$Hg_2^{2+} \xrightarrow{\text{مخفف } HCl} \quad \xrightarrow{NH_3} \quad \xrightarrow{\text{ماء ملكي}} \quad \xrightarrow{SnCl_2}$

س / 6-4 : كيف يمكن الفصل بين أيوني Hg_2^{2+} و Hg^{2+}

س 6 - 5 :

1 – ايون Cr^{3+} يصنف ضمن الايونات الموجبه للمجموعه ------ ويترسب عند أضافه ------- بوجود ------------

2 – العامل المرسب للايونات الموجبه في المجموعه الرابعه هو---------- بوجود العوامل المساعده ------------و ----------

س 6 -12 فرع 2 يمكن فصل أيون Cu^{2+} عن أيون Ca^{2+} وذلك باضافه -----------

---

أملاء الفراغات التالية

1 – التحليل الذي يهتم بمعرفة المكون في المادة هو ----------------------

1 – التحليل الذي يهتم بتقدير كمية كل مكون من مكونات المادة هو ----------------------

رحلة التفوق في السادس

ب - **التحليل الكمي**

هي مجموعة من طرائق تحليل كيميائي تهدف الى ايجاد كمية مكون معين في كمية معينة من النموذج (العينه)

تهدف إلى الحصول على معلومات تخص كمية المكون(المادة المراد تحليلها) في كمية معينة من النموذج

ملاحظه : التحليل الوصفي لماده مجهوله يصاحب عاده التحليل الكمي لها

مثال ذلك تعيين النسبة المئوية للحديد في نموذج صخري .يتم التعبير عن ذلك بدلالة الأجزاء من المكون المراد قياسه الموجود في مائه جزء(نسبة مئوية) من النموذج

يمكن إنجاز عملية التحليل الكمي وذلك بإجراء عمليتي قياس :

العمليه الأولى : تتعلق بكمية النموذج قيد الدراسة

العمليه الثانية : تخص كمية المكون المراد قياسه والذي يحتويه النموذج.

س : ماهى الخطوات التى تسبق عملية التحليل الكمى

1- النمذجة : طريقة الحصول على نموذج يمثل العينة

2- إعداد النموذج : يعد النموذج مختبريا لغرض التحليل ويشمل ذلك طحن ومزج ومجانسة النموذج الصلب والتخلص من الرطوبة الموجودة فيه.

3- قياس النموذج : لغرض التعبير الصحيح عن كمية المكون المراد تقديره يجب معرفة كتلة وحجم النموذج

4 - إذابة النموذج : يحضر محلول النموذج باستعمال مذيب مناسب له القابلية على إذابة جميع أجزاء النموذج

5-فصل المواد المتداخلة : يجب فصل المواد المتداخله قبل اجراء عمليه القياس للمكون المراد تقديره **(علل)**

ج / للحصول على نتائج دقيقه للمكون المراد تقديره لان معظم التفاعلات المستعمله في عمليات التحليل الكيميائي مشتركه لعدد من العناصر والمركبات الموجوده في نفس العينه مما يؤثر في نتائج التحليل

المتداخلات : هي المواد او العناصر التي يؤدي **وجودها في العينة** إلى **عدم إمكانية التقدير** المباشر لاحد مكوناتها ،**وان فصلها** قبل إجراء عملية القياس للمكون مهمة في عملية التحليل.

طرائق التحليل الكمي

التحليل الكيميائي الكمي : يتضمن هذا النوع طرائق التحليل الكلاسيكية وهي :

أ - طرائق التحليل الوزني : وتعتمد على عزل و قياس الكتل في انجاز عملية التحليل.

ب - طرائق التحليل الحجمي : وتعتمد على قياس الحجوم في انجاز عملية التحليل. **(للمحاليل)**

2 - **التحليل الآلي :**

تعتمد على استعمال أجهزة متنوعة بانجاز عملية التحليل .وسوف يتم مناقشة طرائق التحليل الكيميائي الكمي(طرائق التحليل الكلاسيكية) في هذا الفصل فقط دون التطرق الى فقرة طرائق التحليل الآلي

1- طرائق التحليل الوزني :

هي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي الكمي تعتمد على عزل وقياس كتلة مادة معلومة التركيب الكيميائي (تكون ذات صلة كيميائية بالمكون المراد تقديره)بشكل نقي وكمي وتتم عملية العزل المقصودة من كتلة معلومة من العينة المراد تقديرها.

أن معظم عمليات التحاليل الوزنية تعتمد على **تحويل المكون** المراد تقديره في العينة الى **مركب نقي ومستقر كيميائيا** يمكن أن يحول إلى هيئة أوصيغة قابلة للوزن بشكل دقيق .

وبعد انجاز عملية الوزن يمكن حساب كتلة المكون بسهولة من معرفة الصيغة الكيميائية للمادة.يمكن إنجاز خطوة عزل الماده(التي تحتوي المكون المراد تقدير) في عملية التحليل الوزني بعدد من الطرائق أهمها

1- طرائق التطاير. (للغازات)

2- طرائق الترسيب. (للمواد الصلبه)

3-طرائق الترسيب الكهربائي.

4- طرائق فيزيائية أخرى.

1- طرائق التطاير :هي مجموعة من طرائق التحليل الوزني التي تعتمد على ازاحة المكون المتطاير الموجود في العينة ومن ثم ايجاد كتلته بطريقة مباشرة او بطريقة غير مباشرة

تعتمد هذه الطرائق على إزاحة المكون المتطاير الموجودة في العينة الى حالة غازية و يمكن عمل ذلك بعدة وسائل

1 - **طريقة التطايرالمباشرة (وسط مغلق) يتم معاملة العينة مع كواشف كيميائية تحول جميع أجزاء العينة إلى حالة متطايرة مع ترك المكون المراد تحليله بحالة غير متطايرة .**
وبعد ذلك يمكن أن تمتص المادة المتطايرة في وسط مناسب ويتم ايجاد كتلتها

كتله الماده المتطايره = الزياده في الوسط الماص

الزياده في الوسط الماص = كتله الوسط بعد الامتصاص - كتله الوسط قبل الامتصاص

2 - **طريقة التطايرغيرالمباشرة (وسط مفتوح) تحسب كتلة الجزء المتطاير من العينة من النقص الحاصل في كتلتها قبل وبعد عملية التطاير وتدعى هذه الطريقة " بطريقة التطايرغير المباشر"**

كتلة الجزء المتطاير = كتلة العينة قبل التسخين – كتلة العينة بعد التسخين

كتلة ماء التبلور = كتلة العينة قبل التسخين – كتلة العينة بعد التسخين

س : كيف يمكن تعيين النسبة المئوية لماء التبلور في ملح كلوريد الباريوم المائي ($BaCl_2.2H_2O$)

ج / يتم ذلك

1 - إما بطريقة التطايرالمباشرة (وسط مغلق)
وذلك بتسخين كتلة معلومة من العينة حيث يتم امتصاص بخار الماء المتطاير في وسط مناسب ثم إيجاد كتلته بعد ذلك :

$$BaCl_2.2H_2O \xrightarrow{\Delta} BaCl_2 + 2H_2O_{(g)}\uparrow$$

(الجزء المتطاير)

2 - بطريقة التطايرغير المباشر (وسط مفتوح)
وذلك بإجراء عملية التسخين في جو مفتوح حيث يسمح لبخار الماء المتطاير بان يتطاير في الهواء ومن ثم يتم وزن الجزء غيرالمتطاير ($BaCl_2$) وإيجاد كتلة الماء من الفرق الحاصل في كتلة العينة قبل عملية التطاير وبعدها.

القوانين المستخدمه في التحليل الوزني (طرائق التطاير)

يعتمد التحليل الوزني على وزن أثنين من القياسات

1- كتله المكون المراد تقديره 2 – كتله العينه او النموذج ومن ثم الربط بينهما لايجاد النسبه المئويه للمكون

$$\text{النسبة المئوية للمكون} = \frac{\text{كتلة المكون}}{\text{كتلة العينة}} \times 100\ \%$$

وبصوره عامه لايمكن وزن كتله المكون المرادتقديره بصوره مباشره أثناء التحليل بل يستخرج بواسطه القوانين التاليه

1- أ- كتلة (المكون)الجزء المتطاير = كتلة العينة **(قبل التسخين)** – كتلة العينة **(بعد التسخين)**

2- تعتمد الحسابات ايضا على قوانين النسبة والتناسب المعتمدة أساسا على المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل بين المكون المراد تقديره ومركبه المتطاير

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

المكون المراد تقديره — **مركبه المتطاير**

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

المكون المراد تقديره — **مركبه المتطاير**

$$H_2 + \tfrac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O$$

المكون المراد تقديره — **مركبه المتطاير**

$$\frac{m1}{m2} = \frac{M\ 1}{M\ 2}$$

$$\frac{\mathbf{m1}\ \text{للمكون}}{\mathbf{m2}\ \text{للمركب}} = \frac{\text{الكتله المولية } \boldsymbol{M} \text{ للمكون}}{\text{الكتلة المولية } \boldsymbol{M} \text{ للمركب}}$$

$$\text{(المكون) } m_1 = m_2\ \text{(المركب المتطاير)} \times \frac{\text{الكتله المولية } \mathbf{M1} \text{ للمكون}}{\text{الكتل المولية } \mathbf{M2} \text{ للمركب}}$$

مثال (6-2) : تم تحليل عينة كتلتها 1.451 g من ملح كلوريد الباريوم المائي النقي ($BaCl_2.2H_2O$) لمعرفة النسبة المئوية لماء التبلور فيها وذلك باتباع طريقة التطاير غير المباشرة .تم تسخين العينة لمدة كافية عند درجة حرارة 125 °C، وبعد التبريد في محيط جاف، وجد أن كتلة الجزء غير المتطاير كانت تساوي 1.2361 g احسب النسبة المئوية لماء التبلور في العينة .

الحل :

$$\text{النسبة المئوية لماء التبلور (المكون المراد تقديره)} = \frac{\text{كتلة ماء التبلور}}{\text{كتلة العينة}} \times 100\ \%$$

لحساب النسبة المئوية لماء التبلور يجب معرفة كتلة ماء التبلور الذي فقد في أثناءعملية التطاير وحسب المعادلة التالية:

$$BaCl_2.2H_2O \xrightarrow{\text{تسخين}} BaCl_2 + 2H_2O$$

(العينة قبل التسخين) تسخين (العينة بعد التسخين) (الجزء المتطاير)

كتلة الجزء المتطاير = كتلة العينة (الاولية)قبل التسخين – كتلة العينة بعد (التطاير)التسخين

كتلة ماء التبلور = كتلة العينة قبل التسخين – كتلة العينة بعد التسخين

$$m_{H_2O}(g) = m_{BaCl_2.2H_2O} - m_{BaCl_2}$$

$$m_{H_2O}(g) = 1.451(g) - 1.236(g) = 0.215\ g$$

$$\%\ H_2O = \frac{m_{H_2O}(g)}{m_{BaCl_2.2H_2O}(g)} \times 100\%$$

$$\%\ H_2O = \frac{0.215\ g}{1.451\ g} \times 100\% = 14.81\%$$

مثال (6-3) : تم تحليل مركب عضوي لمعرفة النسبة المئوية للكاربون فيه بطريقة التطاير المباشرة .فبعد حرق 15.24 mgمن المركب بوجود الاوكسجين وامتصاص غاز CO_2 في وسط مناسب، وجد أن كتلة CO_2 تساوي 22.36 (mg) أحسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في المركب.

الحل :

يمكن حساب النسبة المئوية للكاربون من كتلة غاز CO_2 الناتج لان مصدر هذا الغاز CO_2 هو احتراق عنصر الكاربون C الموجود في المركب كما في المعادلة الاتية

$$\underset{1\ mol}{C} \xrightarrow{\text{تسخين بوجود } O_2} \underset{1\ mol}{CO_2}\uparrow$$

(المكون المراد تقديره) (المركب المتطاير)

$$M_{CO_2}\ g/mol = (1 \times 12) + (2 \times 16) = 44\ g/mol$$

$$m_C\ \text{المكون} = m_{CO_2}(mg)\ \text{المركب المتطاير} \times \frac{M_C\ g/mol}{M_{CO_2}\ g/mol}$$

$$m_C = 22.36\ (mg) \times \frac{12\ g/mol}{44\ g/mol} = 6.1\ mg$$

$$\text{النسبة المئوية ل الكاربون C} = \frac{\text{كتلة الكاربون}}{\text{كتلة العينة}} \times 100$$

$$\%\ C = \frac{m_C}{m_{CO_2}} \times 100\%$$

$$\%\ C = \frac{6\ (mg)}{15.24(mg)} \times 100\% = 40\ \%$$

س 2015 (تمهيدي) س (6 - 5) فرع 5 : عند حرق 5.7 g من مركب عضوي هيدروكاربوني نتج 15.675 g من غاز ثنائي أوكسيد الكاربون أحسب النسبة المئوية للهدروجين في المركب

الحل :

$$M_{CO_2}\ g/mol = (1 \times 12) + (2 \times 16) = 44\ g/mol$$

$$m_C = m_{CO_2}(mg) \times \frac{M_C\ g/mol}{M_{CO_2}\ g/mol}$$

$$m_c = 15.675\ g \times \frac{12}{44} = 4.275\ g$$

$$\%\ C = \frac{m\ C}{m\ \text{العينه}} \times 100\% = \frac{4.275\ g}{5.7\ g} \times 100\% = 75\ \%$$

بما ان المركب هيدروكاربوني فانه يتكون من الكاربون والهيدروجين

$$C\ \% + H\ \% = 100\ \%$$

$$\%75 + H\ \% = 100\ \%$$

$$H\ \% = 100 - 75 = 25\ \%$$

واجب

تمرين (6-2) : تم تحليل سبيكة النيكروم(سبيكة مكونة من عنصرين اساسيين هما النيكل والكروم اضافة الى كمية قليلة جداً من الكاربون)وزنياً بطريقة التطاير وذلك بحرق 1.4 g منها بوجود الاوكسجين وقد وجد ان كتلة غاز ثنائي اوكسيدالكاربون CO_2 المتحرر الذي تم جمعه بعد انتهاء عملية الحرق كانت تساوي 2.2mg احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في السبيكة. ج / 0.043

س (6 - 5) فرع 5 : عند حرق 5.7 mg من مركب عضوي هيدروكاربوني ينتج من عمليه أحتراقه التام 15.675 mg من غاز CO_2 . فا ن النسبه المئويه للهيدروجين في المركب = ----------- ج / 25 %

س (6-7) : عند حرق 5.7 mg من مركب عضوي هيدروكاربوني نتج 14.4 mg من غاز ثنائي أوكسيد الكاربون و2.5 mg من بخار الماء أحسب النسبة المئوية للكاربون والهدروجين في المركب ج / C -1 68.9 % **2- H** 4.9 %

س (6 -12) فرع 4 : تدعى الطريقه الوزنيه المعتمده على تسخين او حرق كتله معينه من عينه في جو من الهواء المفتوح ثم ايجادكتله المكون المتطاير من الفرق الحاصل في كتله معينه ب ---------- **ج /** طريقة التطاير غير المباشرة

أسئلة أثرائية

س اثرائي : حرق 1.4 g من مركب في جو مغلق وبعد اجراء الحسابات وجد ان نسبة الكبريت فيه تساوي 60% أحسب كتلة غاز SO_2 المتطاير علما ان الكتلة الذرية (O = 16 g/mol و S = 32 g/mol) ج / $m\ SO_2 = 1.68$ g

---

س اثرائي : ما عدد غرامات ($Na_2CO_3.10H_2O$) اللازم حرقها للحصول على ملح جاف كتلته (0.97g) علما ان النسبة المئوية لماء التبلور = 21.3% ج / $m\ Na_2CO_3.10H_2O = 2.7$g

---

س اثرائي : بعد حرق (35 mg) من مركب يحتوي على كاربون وهيدروجين ونتروجين كان ناتج عملية الحرق (33.5 m g) من غاز CO_2 و (44.1m g) من بخار الماء أحسب النسبة المئوية للنتروجين في المركب ج / 61%



2- طرائق الترسيب :هي مجموعة من طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تحويل المكون المراد تقديره في العينة الى مركب نقي ومستقركيميائياً ذو صيغة كيميائية معلومة قابلة للوزن عن طريق تفاعلات الترسيب.

خطوات التحليل الوزني في عمليه الترسيب :

تتضمن طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تفاعلات الترسيب عدداً من الخطوات (6)التي يجب أن تنجز بشكل كمي

وزاري 2016 /3 : تتضمن طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تفاعلات الترسيب عدد من الخطوات التي يجب ان تنجز بشكل كمي عددها

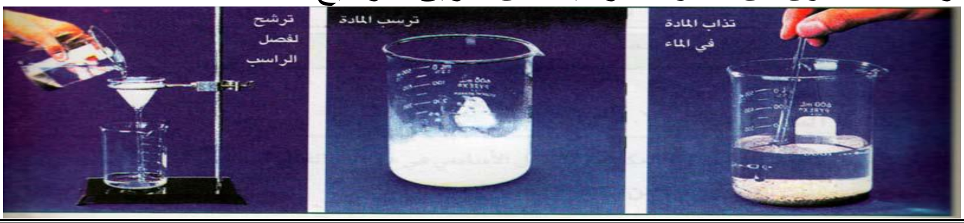
1-إذابة كتلة معلومة ومضبوطة من العينة بمذيب مناسب.

العينه + مذيب ⟵ محلول العينة

2- ترسيب المكون المراد تقديره من محلول العينة على هيئة مركب شحيح الذوبان(راسب) وبصيغة كيميائية معلومة تدعى صيغة الترسيب (صيغة الراسب) وذلك بمفاعلته مع كاشف كيميائي مناسب يدعى العامل المرسب.

(يحتوي على المكون المراد تقديره) محلول العينة + العامل المرسب ⟵ راسب

3 - فصل وعزل الراسب المتكون من محلول الترسيب عن طريق الترشيح



4 -غسل الراسب : بعد عزل الراسب يغسل الراسب باضافة محلول غسيل ملائم **(علل)**
للتخلص من كمية من الملوثات العالقة على سطح الراسب

الشروط الواجب توفرها في محاليل الغسيل المستعملة :

أ) أن لا تؤثر على ذوبانية الراسب بل تساعد على ذوبان الملوثات فقط.
ب) أن لا تكون مركبات متطايرة مع الراسب،
ج) أن يكون المحلول المستعمل لغسل الراسب سهل التطاير للتخلص منه لاحقا.

5 - تجفيف الراسب :تعني هذه الخطوة تحويل **صيغة الترسيب**(الصيغة الكيميائية للراسب المتكون)**إلى صيغة وزنية** ملائمة وذلك **إما بعملية التجفيف**(عند درجات حرارة معتدلة قد تتجاوز 100°C **أوبعملية الحرق** قد تصل (1000°C)

6- يتم وزن الراسب : (وهو على هيئة صيغة وزنية) لايجاد كتلته بشكل دقيق.

س : كيف يتم تحويل الصيغه الترسيبية الى صيغه وزنية

1 - **تجفيف الراسب عند درجه حراره عاليه للتخلص من الرطوبة الموجودة في الراسب**

(أوكزالات الكالسيوم المائيه) $CaC_2O_4.H_2O \xrightarrow[\text{تجفيف}]{130°C} CaC_2O_4 + H_2O\uparrow$
(صيغة الراسب) — (صيغة وزنية)

(أوكسيد الالمنيوم المائيه) $Al_2O_3.\,xH_2O \xrightarrow[\text{تجفيف}]{130°C} Al_2O_3 + xH_2O\uparrow$
(صيغة الراسب) — (صيغة وزنية)

2- عملية الحرق تؤدي إلى التخلص من الماء الموجود في الراسب وتؤدي الى تفكك الراسب(تفاعلات حرارية)

$CaC_2O_4.H_2O \xrightarrow[\text{تجفيف}]{130°C-225°C} CaC_2O_4 + H_2O\uparrow \xrightarrow[\text{حرق}]{400°C-490°C} CaCO_3 + CO\uparrow \xrightarrow{480°C} CaO + CO_2\uparrow$

(أوكزالات الكالسيوم المائيه) — (كاربونات الكالسيوم) صيغة الراسب — الصيغة الوزنية

س (وزاري3/ 2014):ماهي العوامل التي تؤدي إلى نجاح عملية التحليل الوزني والحصول على نتائج دقيقه

س وزاري (2015 تمهيدي خارج العراق): ماهي صفات الراسب الجيد

1- يجب أن يكون الراسب المتكون غير ذائب بدرجه كافيه (قابلية ذوبانه قليلة جداً) علل
لاجل عدم حصول خساره للمكون المراد تقديره عند جمعه بعمليه الترشيح

2- **يجب أن يتمتع الراسب بصفات فيزيائية مناسبة (ان يكون الراسب بلورياً ذا حجم دقائق كبيرة نسبيا)علل ؟**
ج / للتمكن من فصله عن محلول الترسيب بشكل كمي (بعمليه الترشيح) ومن ثم غسله للتخلص من الملوثات الذائبة،

3- هناك امكانيه لتحويل الراسب الى ماده نقيه وذات صيغة كيميائية معلومة قابله للوزن

س : ما الغاية من إجراء عملية الترسيب
ج / هو الحصول على راسب متبلور وهي حالة مرغوبة للراسب،

س /ما اسباب تكوين الراسب ؟
ج /اتحاد بعض الايونات مع بعضها في المحلول لتكوين مادة صلبة لا تذوب في الماء
س /ما نوع التفاعل في تفاعل الترسيب ؟ ج / التبادل المزدوج
س /ما الدليل على حدوث تفاعل الترسيب ؟ ج / تكوين راسباً او غازاً او مركباً جزيئياً مثل الماء.

قابلية فصل الراسب المتكون بالترشيح ونقاوته

س : تعتمد عملية فصل الراسب عن محلول الترسيب بشكل أساسي على حجم دقائق الراسب المتكون
ج / 1- لان الراسب ذو دقائق كبيرة الحجم نسبيا يمكن أن يفصل بشكل تام وبسرعة وسهولة،
2 - أن دقائق الراسب ذات الحجم الكبير تكون اقل عرضة للتلوث من محيط الترسيب

العوامل المؤثره على حجم دقائق الراسب : **س : وزاري2013/2 : عدد العوامل المؤثره على حجم دقائق الراسب**

1- طبيعة الراسب وتركيبه الكيميائي
حيث أن بعض المواد شحيحة الذوبان مثل $BaSO_4$ تميل إلى تكوين راسب بلوري عند مقارنتها مع مواد أخرى

2- ذوبانية الراسب : الرواسب ذات الذوبانية العالية تميل إلى تكوين رواسب بلورية

3-درجة الحرارة : **س وزاي 2014/2: في عمليه التحليل الوزني يتم أجراء عمليه الترسيب عنددرجات حراره عاليه**

س وزاري 2016 : ما تأثير درجة الحرارة على ذوبانية معظم الرواسب أثناء عملية الترسيب
لان ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة ذوبانية معظم الرواسب في أثناء عملية الترسيب ويعني ذلك بطء الترسيب وإتاحة الوقت اللازم لبناء بلورات.

4 - يفضل ان تكون تراكيز المواد المخففة **س/ يفضل إجراء عملية الترسيب من محاليل مخففة**
يفضل ان تكون تراكيز المواد التي تشترك في عملية الترسيب مخففة مع إضافة محلول العامل المرسب ببطء وتحريك مستمر لمحلول الترسيب. **ويعني ذلك بطء الترسيب وإتاحة الوقت اللازم لبناء بلورات والحصول على راسب متبلور**

تكون الخطوة النهائية في عملية التحليل الوزني بعد خطوة التجفيف هي عملية وزن الراسب بشكل دقيق حيث لاتكون الكتلة النهائية عادة للمكون المراد تقديره بل في أغلب الأحيان لمادة أخرى تحوي في تركيبها الكيميائي هذاالمكون

مثال : في عملية تحليل وزني لتقديرالباريوم Ba (المكون المراد تقديره) في عينة يتم ترسيب الباريوم Ba على هيئة كبريتات الباريوم $BaSO_4$. وبعد إتمام عمليه الترسيب وفصل وغسل وتجفيف الراسب يتم وزنه على هيئة $BaSO_4$ (صيغة وزنية)

$$Ba^{2+} + SO_4^{-2} \rightleftharpoons BaSO_4 \xrightarrow{\text{فصل وتجفيف}} BaSO_4$$

المكون المراد تقديره — العامل المرسب — صيغة الترسيب — صيغة وزنية

مثال : تقدير الكالسيوم Ca في عينة على هيئة أوكسيد الكالسيوم CaO :

$$Ca^{2+} + C_2O_4^{2-} \rightleftharpoons CaC_2O_4 \xrightarrow{\text{فصل وحرق}} CaO + CO\uparrow + CO_2\uparrow$$

المكون المراد تقديره — ايون الاوكزالات العامل المرسب — اوكزالات الكالسيوم صيغة الترسيب — صيغة وزنية

الراسب ← **(صيغه الترسيب) :** هي صيغه مركب ناتج بعد ترسيب المكون المراد تقديره بعامل مرسب مناسب
← **(الصيغه الوزنيه) :** صيغه المركب الذي يحتوي في تركيبه على المكون المراد تقديره والناتج بعد عمليه الفصل او التجفيف او الحرق

س : لايمكن أستعمال صيغه الترسيب كصيغه وزنيه
ج / لكي يتم وزن الراسب (الذي يحتوي المكون المراد تقديره) يجب ان يحمل الواصفات التاليه
1 - مركب نقي 2 - مستقركيميائياً 3 - صيغة كيميائية معلومة
وهذه المو اصفات ليست متوفره دائما في صيغه الترسيب

5-1 : التركيب الكيميائي للراسب والحسابات في التحليل الكمي الوزني

الحسابات والقوانين المتعلقه في التحليل الكمي الوزني :

حسابات الكتله المولیه للراسب :

تعتمد الحسابات هنا على قوانين النسبة والتناسب المعتمدة أساسا على المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل) بين المكون المراد تقديره وبين الراسب وكما يأتي :

$$\frac{M\ \text{الكتله الموليه للمكون المراد تقديره}}{M\ \text{الكتلة المولية للصيغة الوزنية(الراسب)}} = \frac{m\ \text{كتلة المكون المراد تقديره}}{m\ \text{كتلة الصيغة الوزنية(كتلة الراسب)}} \qquad \frac{M1}{M2} = \frac{m1}{m2}$$

$$\left(\frac{M1\ \text{الكتله الموليه للمكون المراد تقديره}}{M2\ \text{الكتل المولية للصيغة الوزنية(الراسب)}}\right) \times m_2\ \text{(كتلة الصيغة الوزنية (كتلة الراسب)} = m_1\ \text{كتلة المكون المراد تقديره}$$

ويمكن التعبير عن المعامل الوزني بشكل عام بالعلاقة الاتية :

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ \ g/mol\ \text{المكون المراد تقديره}}{M\ \ g/mol\ \text{الصيغه الوزنيه (الراسب)}}$$

Gf :المعامل الوزني :هو النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديره الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب)على شرط ان تحوي كلتاالصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر(او جزيئات المكون)المراد تقديره.

حيث ان a و b تمثلان اصغر الاعداد التي لها قيم مناسبة لجعل الصيغتين الكيميائيتين في البسط والمقام تحويان على نفس العدد من المكون المراد تقديره.

أهميه (Gf) :أيجاد كتلة المكون المراد تقديره(المجهول) بدلالة كتلة الراسب (المعلوم)الذي تم الحصول عليه عمليا:

قوانين حسابات الترسيب

1 - يعتمد التحليل الكمي الوزني على وزن أثنين من القياسات

أ – كتلة المكون المراد تقديره   **ب –كتلة العينه او النموذج**

ويتم الربط بينهما بواسطه القانون التالي

$$\text{المكون المراد تقديره}\ \% = \frac{m\ \text{المكون المراد تقديره}}{m\ \text{العينه}} \times 100\ \% \qquad (1)$$

2 – وتعتمد على العلاقة بين كتلة المكون المراد تقديره وبين كتلة الصيغة الوزنية (الراسب)

$$\underset{\text{كتله المكون المراد تقديره}}{m\ (g)} = \underset{\text{المعامل الوزني}}{G_f} \times \underset{\text{كتله الصيغة الوزنية (الراسب)}}{m} \qquad (2)$$

$$\text{المكون المراد تقديره}\ \% = \frac{G_f \times m\ (g)\ \text{كتله الصيغة الوزنية (الراسب)}}{m\ (g)\ \text{العينه}} \times 100\ \% \qquad (3)$$

3 - وتعتمد الحسابات ايضا على قوانين النسبة والتناسب المعتمدة أساسا على المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل بين كميه الماده المجهوله وبين كميه الماده المعلومه (علاقه مركب مع مركب)

n (الماده المجهوله) = n (الماده المعلومه)

(أنظر س 6 - 16)

مثال 6 : 4-6 : احسب المعامل الوزني للكلور(مكون يراد تقديره) (M = 35.5 g/mole) في راسب كلوريد الفضة AgCl (صيغة وزنية) (M = 143.5 g/mole)

الحل : في هذا المثال يعدُّ الكلور Clهو المكون المراد تقديره و يعدُّ AgCl هو الصيغة الوزنية :

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Cl\ \ g/mol\ \text{المكون المراد تقديره}}{M\ AgCl\ \ g/mol\ \text{الصيغه الوزنيه (الراسب)}}$$

$$Gf = \frac{1}{1} \times \frac{35.5\ \ g/mol}{143.5\ \ g/mol} = 0.25$$ **(ويلاحظ من النتيجة ان المعامل الوزني هي قيمة عددية ليس لها وحدات)**

مثال (6- 5) : كم هي كتلة أوكسيد الكالسيوم (CaO) الناتج من حرق 3164 g أوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 بشكل تام

الحل : تكتب المعادلة الكيميائية الموزونة التي تمثل عملية الحرق

$$\underset{(صلب)}{CaC_2O_4} \xrightarrow{حرق} \underset{(صلب)}{CaO} + CO_2 + CO$$

$$M_{CaO} = (1 \times 40) + (1 \times 16) = 56 \text{ g/mole}$$
$$M_{CaC2O4} = (1 \times 40) + (2 \times 12) + (4 \times 16) = 128 \text{ g/mole}$$

$$Gf = \frac{M\ CaO\ \ g/mol}{M\ \ CaC2O4\ g/mol} = \frac{56\ \ g/mol}{128\ \ g/mol} = 0.4375$$

$$m_{CaO}(g) = Gf_{\ CaO} \times m_{\ CaC2O4}\ (g)$$

$$m_{CaO}(g) = 0.4375 \times 3164\ g\ (g) = 1384.25\ g$$

س 6-12 فرع 3 : أحسب النسبة المئوية لمبيد الحشرات $Cl_4H_9Cl_5$(DDT) (M =345.5 g/mol) في عينة غير نقية منه تم تحليل 0.74g منها وزنيا لتعطي 0.253g من AgCl (M =143 g/mol) :

الحل /

$$\text{النسبة المئوية}DDT = \frac{DDT\ \text{كتلة}}{\text{كتلة العينة التي تحتوي}\ DDT} \times 100\ \%$$ (العلاقة الرئيسية)

لحساب النسبة المئوية $C_4H_9Cl_5$(DDT) في العينة.يحسب المعامل الوزني لل $Cl_4H_9Cl_5$(DDT) في AgCl.

$$Gf = \frac{a}{b} \times \frac{M\ (DDT)\ \ g/mol}{M\ \ AgCl\ \ g/mol}$$

$$Gf = \frac{1}{5} \times \frac{1345.5\ \ g/mol}{143\ \ g/mol} = 0.5$$

$$m\ (DDT) = Gf \times m_{\ AgCl}$$

$$m\ (DDT) = 0.5 \times 0.253\ g = 0.126\ g$$

$$\%\ DDT = \frac{m\ \ DDT}{\text{كتلة العينة التي تحتوي}\ DDT} \times 100\ \%$$

$$\%\ DDT = \frac{0.126}{0.74} \times 100\ \% = 17\%$$

س وزاري 2016 خ : تمت معاملة نموذج من الفوسفات كتلته 0.68 g لترسيب محتوى الفسفور كليا كميا على هيئة بايروفوسفات المغنسيوم $Mg_2P_2O_7$ كتلته 0.435 g . احسب النسبة المئوية للفسفور علما ان الكتل الذرية ل (Mg = 24 / P =31 / O=16)

الحل /

$$M\ Mg_2P_2O_7 = (2 \times Mg) + (2 \times P) + (7 \times O)$$
$$M\ Mg_2P_2O_7 = (2 \times 24) + (2 \times 31) + (7 \times 16) = 222\ \text{g/mole}$$

$$m_{(g)}\ P = m\ Mg_2P_2O_7 \times G_f$$

$$m_{(g)}\ P = 0.435 \times \frac{31}{222} = 0.06\ g$$

$$\%\ \text{المكون المراد تقديره} = \frac{m\ \ \text{المكون المراد تقديره}}{m\ \ \text{العينة}} \times 100\ \%$$

$$\%\ P = \frac{0.06}{0.68} \times 100\ \% = 8.82\ \%$$

رحلة التفوق
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

س : تم ترسيب محتوى الحديد الموجود في عينة غير نقية كتلتها 865 mg تحتوي على أحد خامات الحديد (Fe_3O_4)بعد أذابتها على هيئة $Fe(OH)_3.XH_2O$ باستعمال زيادة من محلولNH_4OH وبعد عملية فصل الراسب المتكون وحرقه لتحويله الى مركب Fe_2O_3 (M = 159.7 g/mol) وجد أن كتلة Fe_2O_3 تساوي 262 mg أحسب

1 - النسبة المئوية للحديد Fe (M = 56 g/mol) في العينة

2 - النسبة المئوية للحديد Fe_3O_4 (M = 231.5 g/mol) في العينة

الحل :

$$Fe_2O_3 \longleftarrow Fe(OH)_3.XH_2O \longleftarrow NH_4OH + \text{عينة غير نقية}$$

الصيغة الوزنية — صيغة الترسيب (الرا سب) — العامل المرسب — (تحتوي خام Fe_3O_4 + مواد اخرى)

1 - لحساب النسبة المئوية للحديد في العينة.يحسب المعامل الوزني للحديد في.Fe_2O_3

$$Gf_{Fe} = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Fe \text{ المكون المراد تقديره}}{M\ Fe_2O_3 \text{ (الصيغه الوزنيه (الراسب}} = \frac{2}{1} \times \frac{56\ g/mol}{159.7\ g/mol} = 0.7$$

ثم تطبق العلاقة الاتية لحساب النسبة المئوية للحديد في العينة.

$$m_{Fe} = Gf \times m_{Fe2O3}$$
$$= 0.7 \times 262\ mg = 183\ mg$$

$$\%\ Fe = \frac{m\ Fe \text{ المكون المراد تقديره}}{m(\ Fe \text{ العينه (مركب يحتوي نسبه}} \times 100\ \%$$

$$\%\ Fe = \frac{183\ mg}{865\ mg} \times 100\ \% = 21\ \%$$

2 - لحساب النسبة المئويةFe_3O_4 في العينة.يحسب المعامل الوزني Fe_3O_4 المتحول الى الراسب Fe_2O_3

$$Gf_{Fe} = \frac{a}{b} \times \frac{M\ Fe_3O_4 \text{ المكون المراد تقديره}}{M\ Fe_2O_3 \text{ (الصيغه الوزنيه (الراسب}} = \frac{2}{3} \times \frac{231.5\ g/mol}{159.7\ g/mol} = 0.96$$

$$m_{Fe_3O_4} = Gf \times m_{Fe2O3}$$
$$m_{Fe_3O_4} = 0.96 \times 262\ mg = 251\ mg$$

$$\%\ Fe_3O_4 = \frac{251\ mg}{865\ mg} \times 100\ \% = 29\ \%$$

واجب

تمرين 6-3 : أكمل الجدول الاتي :

تمرين 6 – 4 :وزاري 2016/2 احسب المعامل الوزني للحديد Fe (M = 56 g/mole) في Fe_2O_3 (M = 160 g/mole) ج / 0.7

تمرين 6 – 5 : تمت معاملة 120 mgمن مركب عضوي مع حامض النتريك، ثم اضيف الى محلول النموذج الناتج كمية من نترات الفضة لترسيب محتوى المركب من الكلور كميا على هيئة كلوريدالفضة .احسب النسبة المئوية للكلور M_{Cl} = 35.5 g/mole في المركب اذا علمت ان كتلة كلوريد الفضة المترسبة بلغت 153mg و M_{AgCl} = 143.5 g/mole ج / 31.5 %

تمرين (6-6) : تم ترسيب محتوى الألمنيوم الموجود في عينة كتلتها 0.764 g بعد إذابتهاعلى هيئة$Al_2O_3.xH_2O$ باستعمال زيادة من محلول الامونيا NH_4OH وبعد فصل الراسب المتكون وغسله ثم تجفيفه ليتحول إلى Al_2O_3

1 - عين صيغة الترسيب والصيغة الوزنية في عملية التحليل هذه. 2- هل يمكن استعمال صيغة الترسيب كصيغة وزنية؟

3 - احسب النسبة المئوية ل (Al_2O_3) M = 102 g/mole في العينة إذا علمت أن الكتلة النهائية للصيغة الوزنية التي تم الحصول عليها كان مساوياً ل 0.127 g. ج / 16.6 %

4 - احسب النسبة المئوية للالمنيوم في العينة (M= 27 g/mole) ج / 8.8 %

س 6-6 :كم هو عدد غرامات يودات البوتاسيوم KIO_3 اللازمة لترسيب 1.67g من يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ M_{KIO3} = 214 g/mole و $M_{Pb(IO3)2}$ = 557 g/mole ج / 1.283 g

س 6 – 12 فرع 3: النسبة المئوية لمبيد الحشرات $Cl_4H_9Cl_5$(DDT) في عينة غير نقية منه تم تحليل 0.74g منها وزنيا لتعطي 0.253g منAgCl هي ------------ (أ) 17% (ب) 19% (ج) 21%

5 – في عمليه التحليل الوزني المعتمده على تفاعلات الترسيب يفضل ان يتم على راسب --------- (ج / راسب متبلور)

س 6 -13 : أحسب المعامل الوزني لـ $Na_5P_3O_{10}$ (M=368g/mol)في $Mg_2P_2O_7$ (M=222.6 g/mol) ج / 1.11

س 6 – 16 : تم تحليل أحد هاليدات الباريوم $Bax_2.2H_2O$ (حيث أن x تعني هالوجين) بطريقة وزنية وذلك باذابة 0.266 g من هذا الملح في 200 mL من الماء واضافة كمية زائدة من حامض الكبريتيك H_2SO_4 لاتمام ترسيب الباريوم Ba (M = 137 g/mol) على هيئة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ (M = 233 g/mol) فاذا علمت ان كتلة الراسب الناتجة كانت تساوي 0. 254 g مانوع الهالوجين الذي تمثله x في ملح الباريوم ؟ ج / M = 35.5 mol /L (الكلور)

6 – 17: وزاري 2016 عند اذابة 0.5 g من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم NaI (M = 150 g/mol) في الماء واضافة زيادة من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ لترسيب ايون اليوديد بشكل تام، تم الحصول على 0.744 g من يوديد الفضة AgI (M = 253 g/mol) احسب النسبة المئوية ليوديد الصوديوم في الملح غير النقي

ج / 95 %

أسئلة أثرائية

س أثرائي : جد عدد جزيئات ماء التيلور في كلوريد الباريوم المائي $BaCl_2.XH_2O$ تم اذابة (0.266 g) من هذا الملح في 200 mL من الماء واضافة كمية من حامض الكبريتيك H_2SO_4 فترسب (0. 254 g) من كبريتات الباريوم $BaSO_4$ (M = 233 g/mol) علما ان (M Ba = 137 g/mol)

ج / عدد جزيئات ماء التيلور (X) = 2

س أثرائي : مركب عضوي كتلته 100 g يحتوي على 80 % كرافيت والباقي كلورايد . تم أضافه كميه من نترات الفضه لترسيب محتوى هذا المركب من الكلور على هيئه كلوريد الفضه . احسب الكتله الذريه للفضه اذا علمت ان الكتله الذريه للكلور 35.5 g / mol وكتله كلوريد الفضه المترسبه بلغت 80.845 g

ج/ M Cl = 108 mol /L

س أثرائي : سماد فوسفاتي كتلته (0.271 g) رسبت الفوسفات فيه على شكل $(NH_4)_3PO_4.12MO_3$ فكانت كتلة الراسب (1.168 g) أحسب :

1 – النسبة المئوية للفسفور في السماد ج/ 30%

2 – النسبة المئوية ل (P_2O_5) في السماد ج/ 67.5%

علم أن الكتلة المولية ($(NH_4)_3PO_4.12MO_3$ = 150 g/mol) - (P_2O_5 = 142 g/mol) - (P = 31 g/mol)

س أثرائي : تم تحليل محتوى فلز في عينة حيث رسب على شكل X_2O_3 فوجد أن كتلته (54 mg) والكتلة المولية للصيغة الوزنية تساوي عدد ملي غراماتها المتكونة والنسبة المئوية له في العينة تساوي (20%)

1) حدد نوع الفلز ج / الكتلة المولية للفلز (X) = 13 g/mol = الالمنيوم Al

2) جد عدد غرامات العينة ج / 270 mg

س : أثرائي : نموذج من الحديد كتلته (0.2g) أضيف اليه (NH_4OH) لترسيب الحديد على شكل هيدروكسيد الحديديك ثم رشح الراسب واحرق الى (1000C°) فتحول Fe_2O_3 كتلته (0.11 g) أحسب

1) النسبة المئوية ل Fe_2O_3 ج / 55 %

2) النسبة المئوية للحديد قي النموذج ج / 38.55 %

س أثرائي : نموذج كتلته (10 g) يتكون من ($PbF_2 – PbCl_2$) النسبة المئوية لفلوريد الرصاص 55 % وبعد أجراء عملية التحليل الوزني وجد أن كتلة الرصاص المترسبة (8 g) جد الكتلة الذرية للفلور علما ان الكتل الذرية (Pb = 207 / Cl = 35.5)

ج / الكتلة الذرية للفلور = 19 g / mol

6 - 6 : التحليل الحجمي :
هو احد طرائق التحليل الكيميائي الكمي التي تعتمد بالأساس على قياس الحجم الذي يستهلك من محلول لكاشف كيميائي(ذي تركيزمعلوم بدقة)عند تفاعله كميا مع محلول المكون المراد تقديره(محلول ذو تركيزمجهول) يدعى المحلول ذو التركيز المعلوم بدقة بالمحلول القياسي

عملية التسحيح :
هي عملية اضافة تدريجية للمحلول القياسي(الكاشف الكيميائي) من السحاحة الى المحلول المجهول(المكون المرادتقديره) في الدورق المخروطي(اوبالعكس)وتستمرهذه الاضافة لحين الوصول الى نقطة نهاية التفاعل ويكون الغاية منها هي ايجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن طريق قياس الحجوم المستهلكة في العملية بدقة.

المحلول القياسي : هو ذلك المحلول الذي يحوي حجماً معيناً منه على كمية محددة ومعلومة من الكاشف(عدد غرامات مكافئة أو عدد مولات ا و عدد غرامات.... الخ)

يمكن الحصول على محاليل قياسية إما عن طريق التحضير المباشر للمحلول او المعايره
المحلول القياسي الأولي : هوالمحلول المحضر**مباشره** وذلك بإذابة كتلة معلومة من مادة قياسية في حجم معلوم من المذيب(عادة ما يستعمل الماءالمقطر كمذيب)

المحلول القياسي الثانوي : وهو المحلول الذي يتم الحصول عليه **بعملية المعايرة** وهي تلك العملية التي يتم بواسطتها تعيين تركيز المحلول بشكل مضبوط عن طريق القياس الدقيق للحجم المستهلك منه والذي يتفاعل كميا مع كمية معلومة من مادة قياسية، ومن المعلوم أن ليست جميع المواد الكيميائية المستعملة لتحضير المحاليل هي مواد قياسية

س : يلجأ الى تحضير محلول محلول قياسي ثانوي ج / لعدم توفر ماده اوليه لمركب الكاشف

س وزاري 2/2015 - 2017 تمهيدي: ماهي شروط المواد القياسية المستعملة لتحضير المحاليل الكيميائية :

1- يجب أن تكون ذات نقاوة عالية.
2- يجب أن لا تتفاعل أو تمتص مكونات الهواء الجوي(الرطوبة أو الاوكسجين ....) ولا تتأثر بالضوء.
3- **يفضل أن يكون لها كتلة مكافئة عالية؟** لتقليل الخطأ الذي قد ينتج في أثناءعملية الوزن اللازمة لتحضير المحلول.
4 - يجب أن تكون قابلة للذوبان في المذيب المستعمل في عملية التحليل(غالباما يكون الماء المقطر.)
5 - يفضل أن لا تكون سامة. 6 - يفضل أن تكون رخيصة الثمن ومتوفرة.

نقطة التكافؤ :
هي نقطة نظرية (افتراضية) يكون من المفروض عندها ان تتكافئ كمية المادة لقياسية المضافة من السحاحة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي(او بالعكس.)
نقطة نهاية التفاعل :
هي نقطة ينتهي(يكتمل)عندها التفاعل المستعمل في عملية التسحيح بين المادة القياسية والمادة المجهولة، ويُحدد موقعها عملياً(تجريبياً)بالاعتماد على استخدام احد الدلائل المناسبة.
خطأ التسحيح :
هو مقياس لمدى الاختلاف بين مواقع نقطة التكافؤ(النظرية)ونقطة نهاية التفاعل المقاسة عملياً في عملية التسحيح.
الدليل :
هي مادة كيميائية تُضاف عادة الى محلول التسحيح ولاتشترك عادة في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل.

علل / تضاف كواشف كيميائيه تدعى الدلائل ج / لتحديد نقطه نهايه التفاعل
علل / في عمليه التسحيح تتم الاضافه من السحاحه بشكل تدريجي وعلى شكل قطرات
ج / من أجل ملاحظه تغير لون الدليل عند نقطه نهايه التفاعل

شروط التفاعلات الكيميائية بين الكواشف القياسية و المكونات المراد تقديرها في عمليات التحليل الحجمي

1 - يجب أن يكون التفاعل بسيطاً ويمكن التعبير عنه بمعادلة كيميائية موزونة تمثل تفاعل المكون المراد تقديره كميا مع الكاشف القياسي .
2 - أن يتجه التفاعل باتجاه واحد (تفاعل غير انعكاسي.)
3 - يجب أن يحدث التفاعل من الناحية العملية بشكل أني(تفاعل سريع جدا)،
4 - يجب أن تتوفر وسيلة لتعيين نقطة نهاية التفاعل من الناحية العملية، وذلك عن طريق حصول تغير ملحوظ في إحدى صفات المحلول، عند نقطة التكافؤ أو بالقرب منها، يؤدي إلى تحديد نقطة انتهاء التفاعل.

طرائق التعبير عن تراكيز المحاليل المستعملة في عمليات التسحيح :

المحلول القياسي : ذلك المحلول الذي يحوي حجم محدد منه على كتلة معلومة من الكاشف المذاب فيه .
وهناك طرائق كثيرة للتعبير عن تركيز المحلول، ومن اهم تلك الطرائق الشائعة الاستعمال في التحليل الحجمي هي :

1 - التركيز المولاري (M) :

المولاريه : عدد المولات المذابه في لتر واحد من المحلول

$$\text{المولاريه} = \frac{\text{عدد مولات المذاب(مول)}}{\text{حجم المحلول}}$$

حيث ان

M = المولاريه ووحداتها (mol / L)

V = حجم المحلول بالتر (L)

n = عدد المولات

$$(M)\ (mol/\ L) = \frac{n\ (mol)}{V\ (L)}$$

وتحسب عدد المولات من العلاقه

$$(n)\ (mol) = \frac{m\ (g)}{M\ (g\ /\ mol)}$$

m = الكتله بالغرام (g) للمذاب

M = الكتلة المولية (g / mol) للمذاب

$$m = M \times V \times M$$

---

2 - التركيز العياري(النورمالي) (N) :

وزاري 2015/2 : التركيز النورمالي العياري هو -------------

النورماليه : عدد المكافئات الغراميه من المذاب في لتر واحد من المحلول

$$\text{النورماليه} = \frac{\text{عدد الغراميه المكافئات}}{\text{حجم المحلول}}$$

حيث ان

N = النورماليه ووحداتها (eq/ L)

V = حجم المحلول بالتر (L)

eq = المكافيئ الغرامي

$$(N)\ (eq\ /\ L) = \frac{eq}{V\ (L)}$$

وتحسب قيمه المكافئء الغرامي من العلاقه

$$(eq) = \frac{m\ (g)}{EM\ (g\ /eq)}$$

m = الكتله بالغرام (g) للمذاب

E M = الكتلة المكافئه (g / eq) للمذاب

$$m = N \times V \times EM$$

ان التعبير عن التركيز بدلاله العياريه يتطلب معرفه ايجاد الكتله المكافئه للمواد

الكتله المكافئة :

وزاري 2016 : عرف الكتلة المكافئة

هي كميه الماده (كتله الماده) التي تكافيء تماما كميه ثابته من ماده أخرى مثل 1g من الهيدروجين او 8g من الاوكسجين في تفاعل معين والكتله المكافئه للماده هي كميه غير ثابته قد تتغير مع نوع التفاعل التي تشترك فيه

لكي لايقع الالتباس بي مفهوم الكتله المكافئه والكتله الموليه لابد من توضيح مايلي :

الكتلة المولية (M) : لأي مادة تساوي مجموع الكتل الذرية للذرات التي تكون تلك المادة ووحدتها (g /mol)
وهي كمية ثابتة

الكتله المكافئه (EM) : تمثل كتلة المادة التي تنتج اوتستهلك مولاً واحداً من المكون الفعال

العلاقة التي تربط بين الكتلة المكافئة و(EM) الكتلة المولية (M) للمادة :

$$EM = \frac{M(g/mol)}{\eta\ (eq/mol)} = \frac{M}{\eta} \quad (g\ /\ eq)$$

(η) = (أيتا) تمثل عدد مولات الجزء الفعال من المادة الذي يشترك في التفاعل

ويمكن تعيين قيمة (η) بعد نوع التفاعل الذي تشترك فيه الماده حيث تكون قيمته $1 \leq \eta$

ملاحظه : لقد تم اختيار الرمز (η) (أيتا) كعدد مولات الجزء الفعال من المادة للتمييز بينه وبين عدد المولات (n)

حساب الكتله المكافئه E M و تحديد η

1 – ايجاد الكتلة المكافئه EM لتفاعلات التعادل

تفاعلات التعادل : هو تفاعل بين حامض وقاعدة يكون ناتجه ملح و H_2O

أ) **الكتلة المكافئة للحامض :** تمثل كتلة الحامض التي تحوي على **مول واحد** من ذرات الهيدروجين القابله للتأين

الكتلة المكافئة للحامض = الكتله الموليه للحامض / عدد ذرات الهيدروجين المتأينه (H+)

$$EM = \frac{Ma}{\eta}$$

η = عدد ذرات الهيدروجين المتأينه H^+

مثال : أحسب الكتلة المكافئة للحامض HCl (M = 36.5 g / mol)

الحل /

η = عدد ذرات الهيدروجين المتأينه H^+ = 1 eq / mol

الكتلة المكافئة $EM_{HCl} = \frac{M_{HCl}}{\eta} = \frac{36.5}{1} = 36.5\ g/mol$

مثال : أحسب الكتلة المكافئة للحامض H_2SO_4 (M = 98 g / mol) للتفاعلات التالية

$$H_2SO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,H_2O$$

$$H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow NaHSO4 + H_2O$$

الحل /

$$H_2SO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,H_2O$$

η = عدد ذرات الهيدروجين المتأينه H^+ = 2 eq / mol

الكتلة المكافئة $EM\ H_2SO_4 = \frac{M_{H2SO4}}{\eta} = \frac{98}{2} = 49\ g/mol$

$$H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow NaHSO4 + 2\,H_2O$$

η = عدد ذرات الهيدروجين المتأينه H^+ = 1 eq / mol

الكتلة المكافئة $EM\ H_2SO_4 = \frac{M_{H2SO4}}{\eta} = \frac{98}{1} = 98\ g/mol$

س واجب : احسب الكتلة المكافئة لحامض الفسفوريك H_3PO_3 (M = 98 g/mol) عند اشتراك هذه المادة في التفاعلات الاتية

أ - $H_3PO_4 + 3NaOH \rightleftharpoons Na_3\,PO_4 + 3\,H_2O$

ب - $H_3PO_4 + 2\,NH_3 \rightleftharpoons H\,PO_4^{2-} + 2\,NH_4^+$

ج - $H_3PO_4 + KF \rightleftharpoons KH_2\,PO_4 + HF$

ب) **الكتلة المكافئة للقاعدة : هي كتلة القاعدة التي تحوي على مول واحد من مجاميع الهيدروكسيد القابلة للتأين**

الكتلة المكافئه للقاعده = الكتله الموليه للقاعده / عدد مجاميع الهيدروكسيد (O H) المتأينه

$$EM = \frac{Mb}{\eta}$$

η = عدد مجاميع الهيدروكسيد المتأينه OH^-

عدد مجاميع الهيدروكسيد OH القابله للتأين في KOH = 1

عدد مجاميع الهيدروكسيد OH القابله للتأين في $Ca(OH)_2$ = 2

عدد مجاميع الهيدروكسيد OH القابله للتأين في $Al(OH)_3$ = 3

مفهوم برونشتد للمكون الفعال η للقاعدة

η = عدد ايونات H+ التي تستقبلها المادة (لمول واحد)

$$H_2SO_4 + 2\,NH_3 \rightleftharpoons SO_4^{2-} + 2\,NH_4^+$$

η_{NH_3} = عدد ذرات الهيدروجين H^+ المكتسبه = 1 eq / mol

$$SO_4^{=} + HCl \rightleftharpoons HSO_4^- + Cl$$

$\eta_{SO_4^=}$ = عدد ذرات الهيدروجين H^+ المكتسبه = 1 eq / mol

ج) الأملاح المشتقة من حوامض ضعيفة وقواعد قوية او بالعكس، والتي تعاني من تحلل مائي،

η للملح القاعدي = عدد مولات H^+ المتأينة والمكافئة للملح القاعدي

أو **η للملح القاعدي = عدد مولات H^+ المتفاعلة مع الجزء السالب للملح القاعدي**

$$\text{الكتلة المكافئة للملح القاعدي} = \frac{\text{الكتلة المولية للملح}}{(\text{عدد مولات } H \text{ المتأينة}) \text{ والمكافئة للملح}}$$

مثال

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2\,NaCl + H_2O + CO_2$$

ملح لحامض ضعيف وقاعده قويه

η = عدد مولات الجزء الفعال من الحامض (عدد مولات H^+)

$$EM_{Na_2CO_3} = \frac{M\ Na_2CO_3}{2}$$

ملاحظة : **يمكن تحديد η للملح القاعدي من خلال معرفة تكافؤ الايون السالب للملح القاعدي**

أمثله لبعض الاملاح المشتقه من حوامض ضعيفه وقواعد قويه

($HCOOK$ - CH_3COONa - Na_2CO_3)

مثال : جد η ل Na_2CO_3 للتفاعل التالي

$$Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow 2\,NaCl + NaHCO_3$$

الحل /

η = **(عدد مولات H^+) المتفاعله مع الايون السالب للملح** = 1 eq / mol

مثال : جد η ل $B_4O_7^{\ 2-}$ للتفاعل التالي

$$B_4O_7^{\ 2-} + 2H_3O^+ + 3H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3$$

الحل /

$B_4O_7^{\ 2-}$ η = (عدد مولات H^+) المتفاعله مع الايون السالب للملح القاعدي

η = **2** eq / mol

==

أمثله لبعض الاملاح المشتقه من قواعد ضعيفه وحوامض قويه (للاطلاع)

NH_4Cl - (NH_4)$_2$ SO_4)

مثال : جد η ل NH_4Cl للتفاعل التالي

$$2\,NH_4Cl + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaCl_2 + 2\,NH_4OH$$

الحل /

ηNH_4Cl = عدد مولات OH التي تتفاعل مع الايون الموجب للملح الحامضي = 1

η = **1** eq / mol

مثال : جد η ل($NH_4)_2SO_4$) للتفاعل التالي

$$(NH_4)_2SO_4 + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaSO_4 + 2\,NH_4OH$$

الحل /

ηNH_4Cl = عدد مولات OH التي تتفاعل مع الايون الموجب للملح الحامضي = 2

η = **2** eq / mol

2– ايجاد الكتله المكافئه EM لتفاعلات الترسيب

الكتلة المكافئة لمادة تشترك في تفاعل الترسيب هي تلك الكتلة من المادة التي تحوي أو تتفاعل مع مول واحد من ايون موجب أحادي الشحنة (الذي يكافئ 1.008g من الهيدروجين)

الكتلة المكافئه = الكتلة المولية للماده / (عدد الايونات الموجبه × تكافؤها)

$$EM = \frac{M\ g/mol}{\eta}$$

أمثلة :

مثال : جد η لـ Ag^+ للتفاعل التالي

$$Ag^+ + Cl^- \longrightarrow AgCl_{(S)}\downarrow$$

الحل/

نلاحظ وجود ماده صلبه (S) دلاله على ان التفاعل ترسيب

η = **عدد الايونات الموجبه × تكافؤها**

$\eta = 1 \times 1 = 1\ eq\ /\ mol$

مثال : جد η لـ $CaSO_4$ للتفاعل التالي

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_{3(S)}\downarrow + Na_2SO_4$$

الحل /

$\eta_{Ca^{2+}}$ = **عدد الايونات الموجبه × تكافؤها**

$\eta = 1 \times 2 = 2\ eq\ /\ mol$

مثال : جد η لـ $CaSO_4$ للتفاعل التالي

$$K_2SO_4 + BaCO_3 \longrightarrow K_2CO_{3(S)}\downarrow + CaSO_4$$

الحل /

η_{K^+} = **عدد الايونات الموجبه × تكافؤها**

$\eta = 2 \times 1 = 2\ eq\ /\ mol$

3– ايجاد الكتله المكافئه EM لتفاعلات تكوين معقد تناسقي

الكتلة المكافئة لمادة تشترك في تفاعل تكوين معقد فتمثل كتلة المادة التي تهب او تكتسب مزدوج الكتروني (يكون فيه الجزء الفعال من المادة هي المزدوجات الالكترونية) وعليه :

الكتلة المكافئه = الكتلة المولية للماده / عددالمزدوجات الالكترونية

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

η للذره المركزيه = عدد المزدوجات الالكترونيه المكتسبه (في المعقد) × عدد ذرات الفلز المركزي

η لليكند = عدد المزدوجات الالكترونيه الموهوبه × عدد الليكندات في صيغه المركب

مثال : جد η للمواد المتفاعلة المشتركة في التفاعل التالي

$$AgNO_3 + 2\ HCN \longrightarrow [\ Ag(CN)_2\ ]^- + NO_3^- + 2H^+$$

الحل /

Ag هو ذره مركزيه اشتركت في تكوين الايون المعقد $[\ Ag(CN)_2\ ]^-$ وقد أكتسب مزدوجين الكترونين من السيانيد CN (ليكند)

η Ag = عدد المزدوجات الالكترونيه المكتسبة = 2

η CN = عدد المزدوجات الموهوبه × عدد الليكند ات

η CN = 1 × 1 = 1

مثال : جد η للمركب CaI_2 بتفاعل تكوين المعقد الاتي :

$$2CaI_2 + Hg^{2+} \longrightarrow [\ HgI_4\ ]^{2-} + 2Ca^{2+}$$

ج / بالنسبه للمركب CaI_2 الماده التي أشتركت في تكوين الايون المعقد هي اليود I (الليكند)

وقد وهبت ذره منه مزدوج الكترونيا للزئبق Hg (احدى المخلب)

وبما ان هناك ذرتين لليود I في صيغه المركب CaI_2

η لليكند I = عدد المزدوجات الالكترونيه الموهوبه × عدد ذرات الليكند في صيغه المركب (CaI_2)

η لليكند I = 1 × 2 = 2

مثال : جد ƞ للمركب Ag_2SO_4 بتفاعل تكوين المعقد الاتي :

$$AgNO_3 + 2\ NH_3 \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]^+ + NO_3^-$$

الحل /

بالنسبه للمركب Ag_2SO_4 الماده التي أشتركت في تكوين الايون المعقد هي الفضه Ag وقد اكتسبت مزدوجين من الامونيا NH_3

ƞ Ag = عدد المزدوجات الالكترونيه المكتسبه = 2

بما ان هناك ذرتين للفضه Agفي الصيغه Ag_2SO_4

ƞ = عدد المزدوجات الالكترونيه = 4

4– ايجاد الكتله المكافئه EM لتفاعلات التأكسد والاختزال

تفاعلات التأكسد والاختزال :

تعرف الكتلة المكافئة للعامل المؤكسد او العامل المختزل :على انها تلك الكتلة من الكاشف التي تتفاعل أو تحتوي على 1.008g من الهيدروجين او 8.000g من الاوكسجين

يمكن بشكل عام حساب الكتلة المكافئة لأية مادة تشترك في تفاعلات التأكسد والاختزال نعتمد على العلاقتين

الكتلة المكافئه للعامل المؤكسد = $\dfrac{\text{الكتله الموليه M}}{\text{عدد الالكترونات المكتسبه}}$

$$EM_{(\text{للعامل المؤكسد})} = \frac{M}{ƞ}$$

ƞ = عدد الالكترونات المكتسبه × عدد الذرات التي شملها التغير في صيغه المركب (مول واحد من المركب)

الكتلة المكافئه للعامل المختزل = $\dfrac{\text{الكتله الموليه M}}{\text{عدد الالكترونات المفقوده}}$

$$EM_{(\text{للعامل المختزل})} = \frac{M}{ƞ}$$

ƞ = عدد الالكترونات المفقوده × عدد الذرات التي شملها التغير في صيغه المركب (مول واحد من المركب)

ملاحظه : قد نلاحظ في تفاعلات الاكسده و الاختزال وجود

أ – H_3O^+ (دلاله عل محيط حامضي)   ب - OH^- (دلاله عل محيط قاعدي)

وهذه لاتدخل في عمليه الاكسده والاختزال

مثال : جد ƞ للمواد المتفاعلة المشتركة في التفاعل التالي

$$FeCl_3 + H_2S \longrightarrow FeCl_2 + 2HCl + S$$

الحل /

$FeCl_3 \longrightarrow FeCl_2$

$FeCl_2$	$FeCl_3$
X + (-2) = 0	X + (-3) = 0
X = + 2	X = + 3

$$Fe^{3+} + e \longrightarrow Fe^{2+}$$

ƞ = عدد الالكترونات المكتسبه = 1

$H_2S \longrightarrow S$

S	H_2S
S = 0	(2) ×1 + X = 0
	X = -2

$$S^{-2} \longrightarrow S + 2e^-$$

ƞ = عدد الالكترونات المفقودة = 2

مثال : جد ƞ للمواد المتفاعلة المشتركة في التفاعل التالي

$$Cr_2O_3 + 2Al \longrightarrow 2Cr + Al_2O_3$$

الحل /

$Al \longrightarrow Al_2O_3$

Al_2O_3	Al
2 X + (3) ×-2 = 0	Al = 0
2 X - 6 = 0	
2 X = 6	
X = 3	

$$Al \longrightarrow Al^{+3} + 3e^-$$

ƞ = عدد الالكترونات المفقوده

= 3

$Cr_2O_3 \longrightarrow Cr$

Cr	Cr_2O_3
Cr = 0	2 X + (3) ×-2 = 0
	2 X - 6 = 0
	2 X = 6
	X =+ 3

$$Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$$

عدد الالكترونات المكتسبه = 3e

ƞ = عدد e المكتسبه × عدد الذرات التي شملها التغير في المركب

ƞ = 3 × 2 = 6

مثال (6 - 6) : احسب الكتلة المكافئة لكل من المواد المشتركة في التفاعلات الاتية :
علما ان الكتل الذريه Pb = 207 / N = 14 / O = 16 / K = 39 / I = 127 / Na=23 / S= 32 / Mn = 55 / Fe =

الحل /

$$1 - Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2KI_{(aq)} \longrightarrow PbI_{2(S)}\downarrow + 2K^+_{(aq)} + 2NO_{3(aq)}$$

الحل :

1- نوع التفاعل ترسيب (بسبب تكون ملح PbI_2 الصلب)

2- لحساب الكتلة المكافئة للمادة يجب معرفة كتلتها المولية و قيمة (η) بالاعتماد على نوع التفاعل الذي تشترك فيه.

$M [Pb(NO_3)_2] = (1\times207) + (2\times1\times14) + (2\times3\times16) = 331$ g/mol

$$EM = \frac{\text{الكتله المولية } (M)}{η}$$

η = تكافؤها × (Pb^{2+}) عدد الايونات الموجبه

η = 2 × 1 = 2 eq / mol

(الكتله المكافئه) $EM_{Pb(NO_3)_2} = \frac{M_{Pb(NO3)2}}{η} = \frac{331 \text{ g/mol}}{2 \text{ eq/mol}} = 165.5$ g/eq

وبنفس الطريقة تحسب الكتلة المكافئة لملح KI

$M (KI) = (1 \times 39) + (1 \times 127) = 166$ g/mol

η = تكافؤها × (K^+) عدد الايونات الموجبه

η = 1 × 1 = 1 eq / mol

(الكتله المكافئه) $EM_{KI} = \frac{M}{η} = \frac{166 \text{ g/mol}}{1 \text{ eq/mol}} = 166$ g/eq

---

$$2 - H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + 2Na^+_{(aq)} + SO_{4(aq)}$$

نوع التفاعل حامض - قاعدة : (لوجود حامض H_2SO_4 وقاعده NaOH)

$M (H_2SO_4) = (2 \times 1) + (1 \times 32) + (4 \times 16) = 98$ g/mol

$$\frac{M(H2SO4)}{η}$$

η = عدد ذرات H^+ المتأينة

η = 2 eq / mol

(الكتله المكافئه) $EM_{H2SO4} = \frac{M}{η} = \frac{98 \text{ g/mol}}{2 \text{ eq/mol}} = 94$ g/eq

وبنفس الطريقة تحسب الكتلة المكافئة للقاعده NaOH

$M(NaOH) = (1 \times 23) + (1 \times 16) + (1 \times 1)= 40$ g/mol

$$= \frac{M_{NaOH}}{η}$$

η = عدد ذرات الهيدروكسيد (OH) المتأينه من القاعده NaOH

η = 1 eq / mol

(الكتله المكافئه) $EM_{NaOH} = \frac{M_{NaOH}}{η} = \frac{40 \text{ g/mol}}{1 \text{ eq/mol}} = 40$ g/eq

---

$$3- 5Fe^{2+}_{(aq)} + MnO_4^-{}_{(aq)} + 8H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow 5Fe^{3+}_{(aq)} + Mn^{2+}_{(aq)} + 12\ H_2O_{(l)}$$

خطوات الحل

1- نوع التفاعل تأكسد - وأختزال : لوجود اختلاف في اعداد التأكسد للايونات

ملاحظه : (يسلك هذا الايون Fe^{+2} سلوك عامل مختزل في هذا التفاعل)

عدد الالكترونات المفقودة تحسب من الفرق بين الاعداد التأكسدية ل Fe^{+2} و Fe^{+3} (لمول واحد فقط)

$$Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3} + e^-$$

$η_{Fe}$ = عدد الالكترونات المفقوده = 1 eq / mol / $M_{Fe} = 56$ g/mol

(العامل المختزل) $EM_{Fe} = \frac{M}{η} = \frac{56 \text{ g/mol}}{1 \text{ eq/mol}} = 56$ g/eq

ملاحظه : أذا كان عدد المولات متساوي في طرفي المعادلة فان عدد الذرات او الايونات التي شملها التغير= 1

وبنفس الطريقة تحسب الكتلة المكافئة للايون MnO_4^- (لمول واحد فقط)
ملاحظه : (يسلك هذا الايون MnO_4^- سلوك عامل مؤكسد في هذا التفاعل)

	MnO_4^- ⟶	Mn^{2+}
(عددتاكسد Mn)×	X 1 + 4 × -2 = -1	+2
	X + -8 = -1	+2
	X = +7	+2

$$MnO_4^- + 5e \longrightarrow Mn^{2+}$$

η = فرق عدد التأكسد (او عدد الالكترونات المكتسبه) × عدد الذرات التي شملها التغير

$\eta = 1 \times 5 = 5$ (eq/mol)

$M(MnO_4) = (1\times55) + (4\times16) = 119$ g/mol

$$EM_{MnO4^-} = \frac{M}{\eta} = \frac{119\ g/mol}{5\ eq/mol} = 23.8\ g/eq$$

---

4 - $AgNO_{3(aq)} + KCN_{(aq)} \longrightarrow [Ag(CN)_2]^-_{(aq)} + 2K^+_{(aq)} + + NO_3^-$

خطوات الحل

1- نوع التفاعل تكوين معقد: (بسبب تكون المعقد $Ag(CN)_2^-$
من تفاعل $AgNO_3$ (الذي وهب الذره المركزيه)
والمركب KCN (الذي وهب المزدوجات الالكترونيه من الليكند CN)

2- لحساب الكتلة المكافئة للمركب $AgNO_3$ يجب معرفة كتلته المولية و قيمة (η) بالاعتماد على نوع التفاعل

$$EM = \frac{M}{\text{عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة}} \qquad EM = \frac{M}{\eta}$$

$M(AgNO_3) = (1\times108) + (1\times14) + (3\times16) = 170$ g/mol

الفلز الذي اشترك في تكوين الايون المعقد هو Ag وقد أكتسب مزدوجين الكترونين من السيانيد CN

η = عدد المزدوجات الالكترونيه المكتسبه = 2 eq / mol

(الكتله المكافئه) $EM_{AgNO_3} = \frac{M}{\eta} = \frac{170\ g/mol}{2\ eq/mol} = 85$ g/eq

تحسب الكتلة المكافئة للمركب سيانيد البوتاسيوم KCN

$M(KCN) = (1\times39)+(1\times12)+(1\times14) = 65$ g/mol

KCN اشترك في تكوين الايون المعقد $[Ag(CN)_2]$ من خلال
1 – قام بتوفير ليكند واحد (لمول واحد ل KCN)
2 – قام الليكند بوهب مزدوج الكتروني واحد

η = عدد المزدوجات الالكترونيه الموهوبه = 1 eq / mol

(الكتله المكافئه) $EM_{KCN} = \frac{M}{\eta} = \frac{65\ g/mol}{1\ eq/mol} = 65$ g/eq

واجب

تمرين : 7-6 (واجب) احسب قيم η و M والكتل المكافئه EM للمواد المبينة في ادناه.

أ - $AgNO_3$ بتفاعل الترسيب الاتي :

$$Ag^+ + Br^- \longrightarrow AgBr$$

ب – $BaCl_2$ بتفاعل الترسيب الاتي :

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \longrightarrow BaSO_4$$

ج - بتفاعل الترسيب الاتي : $Fe_2(SO_4)_3$

$$Fe_2(SO_4)_3 + Pb^{2+} \longrightarrow Pb(SO_4) + Fe^{3+}$$

د - Na_2CO_3 بتفاعل التعادل (حامض + قاعده) الاتي :

$$Na_2CO_3 + 2H^+ \longrightarrow 2Na^+ + CO_2 + H_2O$$

ه – BaI_2 بتفاعل تكوين المعقد الاتي :

$$2BaI_2 + Hg^{+2} \longrightarrow HgI_4^{2-} + Ba^{2+}$$

و - $Na_2S_2O_3$ بتفاعل تأكسد واختزال الاتي :

$$2S_2O_3^{-2} \longrightarrow S_4O_6^{-2}$$

مصطلحات متناظرة

eq (مكافيء غرامي) ⟶ n (مول)

EM (كتله مكافئه) ⟶ M (كتله موليه)

N (تركيز عياري) ⟶ M (تركيز مولاري)

العلاقه بين N (العياريه) و M (المولاريه)

(العياريه) N = (المولاريه) M × ɳ

مثال : 7-6 : وزاري 2016/2 خ عند استعمال حامض الكبريتيك في تفاعلات التعادل تكون قيمة ɳ = 2.eq/mol احسب عيارية محلول هذا الحامض تركيزه 0.231mol/L

الحل /

$N (eq/L) = ɳ (eq/mol) \times M (mol/L)$

$N = 2 (eq/mol) \times 0.23 (mol/L) = 0.46 eq/L$.

س : أحسب عيارية ومولارية محلول يحتوي على 10.6 g من كاربونات الصوديوم Na_2CO_3 (M = 106 g/mol) في لتر من محلولها المائي والمستعملة في تفاعل التعادل

$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$

الحل / نوع التفاعل : تفاعل تعادل بين الملح القاعدي و حامض

ɳ للملح Na_2CO_3 = عدد مولات H^+ المتأينة والمكافئة للملح القاعدي

$ɳ\ Na_2CO_3 = 2 (eq/mol)$

$$EM\ Na_2CO_3 = \frac{M}{ɳ} = \frac{106\ g/mol}{2\ eq/mol} = 53\ g/eq$$

$$N (eq/L) = \frac{eq}{V (L)} = \frac{m (g)}{EM\ g/eq \times V (L)} = \frac{10.6 (g)}{53\ g/eq \times 1 (L)} = 0.2\ (eq/L)$$

$$M (mol/L) = \frac{N eq/L}{ɳ\ eq/mol)} = \frac{0.2\ eq/L}{2\ eq/mol)} = 0.1\ (mol/L)$$

س : يتوفر لديك محلول لايون الكبريتات SO_4^{-2} تركيزه 0.1 M كم ستكون عيارية هذا المحلول عند استعماله في التفاعلات الاتية

أ - $Pb^{2+} + SO_4^{2-} \rightleftharpoons Pb SO_4$

ب - $HCl + SO_4^{2-} \rightleftharpoons H SO_4^- + Cl^-$

ج - $SO_4^{2-} + 4H_3O^+ + 2e \rightleftharpoons H SO_3 + 5 H_2O$

الحل / أ - نوع التفاعل الذي تشترك فيه ايونات الكبريتات هو ترسيب

ɳ = عدد الايونات الموجه × تكافؤها

ɳ = 1× 2 = 2 = 2 eq/mol

$N = ɳ \times M = 2 eq/mol \times 0.1 mol/L = 0.2 eq/L$

ب - $HCl + SO_4^{2-} \rightleftharpoons H SO_4^- + Cl^-$

نوع التفاعل هو حامض - قاعدة ، حيث تسلك ايونات $SO4^{2-}$ (aq) سلوك قاعدة وتكتسب بروتون واحد

ɳ = 1 eq/mol

$N = ɳ M = 1 eq/mol \times 0.1 mol/L = 0.1 eq/L$

ج - $SO_4^{2-} + 4H_3O^+ + 2e \rightleftharpoons H_2 SO_3 + 5 H_2O$

نوع التفاعل هو تاكسد واختزال وقيمة ɳ = 2 eq/mol

$N = ɳ M = 2 eq/mol \times 0.1 mol/L = 0.2 eq/L$

تمرين 6-11: وزاري 2014 تستعمل برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ في تفاعلات التأكسد والاختزال فاذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعادل كعامل مؤكسد لتنتج MnO_2 ما قيمة ɳ برمنكنات البوتاسيوم وكم هي عيارية محلول هذه المادة الذي تركيزه المولاري يساوي 0.05 M ج/ 3 : 0.15 eq / L

س 6-5 فرع 3 – محلول من $Al_2(SO_4)_3$ عياريته 0.3 N فان مولاريه المحلول = ----------- ج / 0.05 mol / L

س 6-5 فرع 4 – محلول من مركب مولاريته 0.2M وعياريته 1 eq/ L فان قيمه ɳ للمركب = -------- ج / 0. 5 eq mol

---

س 6 – 19 : احسب الكتلة المكافئة وعيارية محلول تركيزه 6 M من حامض الفسفوريك $H3PO_3$ (M = 98 g/mol) عند اشتراك هذه المادة في التفاعلات الاتية:

أ - $H_3PO_4 + 3OH^- \rightleftharpoons PO_4^{3-} + 3 H_2O$

ب - $H_3PO_4 + 2 NH_3 \rightleftharpoons H PO_4^{2-} + 2 NH_4$

ج - $H_3PO_4 + F \rightleftharpoons H_2 PO_4^- + H F$

أ - 18 N : 32.7 g / eq ب - 12 N : 49 g / eq ج - 6 N : 98 g / eq

أنواع المسائل المتعلقه بالمحلول القياسي

1 – حسابات الكتله المذابة في حجم معين ذو تركيز معين (مولاري او عياري) :

لحل هذا النوع من المسائل

أ – تحديد نوع التفاعل الذي تستخدم فيه المحلول

ب – تحديد نوع التركيز ان كان بالمولاريه ام بالعياريه لغرض تطبيق القوانين المتعلقه بنوع التركيز

ج – نجد الجزء الفعال (η) للماده

د – لايجاد الكتله الماذبه نطبق العلاقات التاليه

$N = \dfrac{Eq(eq) \text{ ماده مذابه}}{v(L) \text{ للمحلول}} = \dfrac{\frac{m(g)}{Eq(eq)}}{v(L)}$ التركيز العياري وباعاده ترتيب المعادله $m\ (g) = N \times V\ (\text{محلول}) \times EM$	$(M)\ (mol/\ L) = \dfrac{n\ (mol)}{V\ (L)} = \dfrac{\frac{m\ (g)}{M\ (g/mol)}}{V(L)}$ التركيز المولاري وباعاده ترتيب المعادله $m\ (g) = M \times V\ (\text{محلول}) \times M$

س : ما عدد غرامات هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ واللازمة لتحضير (100 ml) من محلوله بتركيز (0.5N) والمستعمل في تفاعل حامض – قاعدة ؟ علما ان الكتلة الذرية ل Ba = 137 و H = 1 و O = 16

$\eta\ Ba(OH)_2$ = عدد مولات OH^- المتأينة

$M\ Ba(OH)_2 = (1\times Ba) + (2\times O) + (2\times H)$

$M\ Ba(OH)_2 = (1\times 137) + (2\times 16) + (2\times 1)$

$M\ Ba(OH)_2 = 171\ g/mol$

$\eta\ Ba(OH)_2 = 2\ (eq/mol)$

$$EM\ Ba(OH)_2 = \frac{M}{\eta} = \frac{171\ g/mol}{2\ eq/mol} = 85.5\ g/eq$$

$$N\ (eq/L) = \frac{eq}{V\ (L)} = \frac{m\ (g)}{EM\ g/eq \times V\ (L)}$$

$$V\ (L) = 100\ ml \times \frac{1\ L}{1000\ ml} = 0.1\ L$$

$$m\ (g) = N \times V\ (\text{محلول}) \times EM$$

$$m\ (g) = 0.5N \times 0.1\ L \times 85.5\ g/eq = 4.27\ g$$

واجب

تمرين 6-8 : وزاري 2015 ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ (M = 294 g/mole) لتحضير محلول بحجم 2L وتركيز 0.12 N من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي ؟

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\ H^+ + 6\ Fe^{2+} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7\ H_2O + 6\ Fe^{3+}$$

ج / 11.76 g

تمرين 6- 9: وزاري 3/2014 ما هي الكتلة اللازمة من هيدروكسيد الصوديوم NaOH لتحضير 500 ml من محلول تركيزه 0.2

ج / 4 g

تمرين 6- 10 : احسب كتلة المذاب الموجود في كل من المحاليل الاتية :

1 - 350 mL من 0.125 M نترات الفضة (M = 170 g/mole) ج / 7.44 g

2– 250mL من 0.1 N محلول البوراكس $Na_2B_4O_7.10H_2O$ (M = 381 g/mole) ويستعمل حسب التفاعل الاتي

$$B_4O_7^{2-} + 2H_3O^+ + 3H_2O \longrightarrow 4H_3BO_3$$

ج / 4 .76 g

س وزاري 2015 (خارج العراق) : ماهي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ المحضر باذابة 9.5 g من هذه المادة في 2L والمستعمل في تفاعل حامض – قاعدة ؟ علما ان الكتلة الذرية ل Ba = 137 و H = 1 و O = 16

ج / 0.027 M و 0.054 N

2 – المسائل المتعلقه بالتخفيف :

أ – ماده مضاف لها ماء (تخفيف)

التخفيف بالماء يطبق القانون التالى

حجم المحلول × تركيزه (قبل التخفيف) = حجم المحلول × تركيزه (بعد التخفيف)

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

قبل التخفيف   بعد التخفيف

ب – مزج كميتان من نفس الماده

التخفيف بمحلول من نفس النوع يطبق القانون التالى

عدد مولات الكليه الماده = عدد مولات في المحلول الاول + عدد مولات في المحلول المضاف

حجم المحلول الاول × تركيزه + حجم المحلول المضاف × تركيزه = حجم المحلول النهائى × تركيزه

$$M_T = \frac{(V1 \times M1) + (V2 \times M2)}{V_T}$$

ملاحظة : عند مزج كميتان من نفس المادة نلاحظ أن الحجوم تجمع والتركيز لاتجمع

مثال : ما تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم الناتج من مزج 750 mL من محلول 0.2 M هيدروكسيد الصوديوم مع mL250 من محلول 0.6 M هيدروكسيد الصوديوم ؟

الحل / في الحسابات الكيميائيه يتم التعامل مع كميات (مولات او ملي مولات)

$$V_T = V1 + V2$$

$$V_T = 750\ ml + 250\ ml$$

عدد ملي مولات الكلي m NaOH = عدد ملي مولات في المحلول الاول NaOH + عدد ملي مولات في المحلول الثاني NaOH

$$(V_{Na\,OH} \times M_{Na\,OH} + V_{Na\,OH} \times M_{Na\,OH}) = V_{Na\,OH} \times M_{Na\,OH}$$

المحلول الناتج

$$(0.750\ mL \times 0.2\ M + 0.250\ mL \times 0.6\ M) = 1000\ mL \times M_{Na\,OH}$$

$$M_{NaOH} = \frac{0.15+0.15\ m\,mol}{1000\ mL} = 0.3\ m\,mol / mL = 0.225\ mol / L$$

س 6- 10:ما تركيز محلول كلوريد الصوديوم الناتج من :

أ- مزج 10 mL من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع 10 mL من الماء المقطر؟ ج / $M_{NaCl} = 0.075\ mol/L$

ب- مزج 10 mL من محلول 0.15 M كلوريد الصوديوم مع 20 mL من محلول 0.3 M كلوريد الصوديوم ؟

ج / $M_{NaCl} = 0.25\ mol/L$

الأدوت المستعملة في التحليل الحجمي

1 - **الدورق الحجمي : يستعمل** لقياس حجم المحلول بشكل دقيق في أثناء عملية تحضيره.
2 - **السحاحة : تستعمل** لقياس حجم المحلول المستهلك في عملية التسحيح بدقة.
3 - **الماصة : تستعمل** لقياس حجم معلوم ومضبوط من المحلول لغرض نقله من وعاء إلى وعاءٍ أخر.

حساب نتائج التحليل الحجمي

س / مالهدف من إجراء أي عملية تحليل حجمية، بطريقة التسحيح،
ج / هي ايجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن طريق قياس الحجوم المستهلكة في العملية بدقة

نقطة التكافؤ : النقطة التي تتكافأ عندها كمية المادة القياسة مع كمية المادة المراد تقديرها في تفاعل التسحيح ويمكن تعيين هذه النقطة عمليا بتحديد نقطة نهاية التفاعل(نقطة التكافؤ العملية)
نقطة التكافؤ العملية : وهي النقطة التي تتغير فيها احدى صفات المحلول كاللون مثلا.

يستخدم الكيميائيون عادة التركيز العياري(النورمالي)للتعبير عن التراكيز عند تحضير المحاليل المستعملة في عمليات التسحيح، والذي يعتمد في الأساس على الكتلة المكافئة للمواد في الحسابات المتعلقة بالتحليل الحجمي.

عمليه التسحيح هي عمليه تفاعل سريعه تعتمد اساسا على
أ – تحديد حجم المحلول القياسي المستخدم اللازم لاتمام التفاعل مع
ب – حجم معين من محلول الماده المراد تقديرها

وبما ان نوع التفاعلات هي تفاعلات كميه لذا تعتمد الحسابات الكيميائيه على كميات المواد المتفاعله
اما بعدد المولات n او بعدد المكافئات eq

ملاحظات
1- يستخدم التركيز العياري (النورمالي) N في عمليه التسحيح والي يعتمد على الكتله المكافئه للمواد
2- نقطة نهاية التفاعل هي (نقطة التكافؤ العملية)، حيث
تتكافأ كمية المادة المجهولة(المطلوب قياسها) مع كمية المادة القياسية
عند حل هذا النوع من مسائل التحليل الحجمي يجب الانتباه الى مراحل التحليل الحجمي
1- تحضير المحلول القياسي (الاولي او الثانوي) هنا يكون حجم المحلول بحجم الدورق او السحاحه
2- عمليه التسحيح (هنا يتم استخدام قسم من كميه الماده القياسيه)

ملاحظات اضافيه :
1- ان وحده mmole / mL تكافيء وحده mole / L وكلاهما يمثلان وحدة المولارية M

2- **يفضل استخدام التركيز العياري للتعبير عن تراكيز المحاليل المستعملة في عمليات التسحيح (علل)**
ج / لتجنب الالتباس الذي قد يحصل من أحتواء مول واحد من الماده على مول واحد او اكثر من المكون الفعال الذي يشترك في التفاعل
عند الاعتماد على استعمال التركيزالمولاري في تحضير المحاليل المستعملة في عمليات التسحيح يتم الاعتمادعلى المعادلة الكيميائية الموزونة (للتعويض عن عدد المولات في المحلول) في تحديد الكميات المتكافئة من المحلول ولكن عند استعمال التركيزالعياري لنفس الغرض يمكن مباشرة تطبيق العلاقة الاتية عند نقطة نهاية التفاعل دون الحاجة لكتابة المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل :

$$N1 \times V1 = N2 \times V2$$

مثال : كيف تتم عملية تحليل حجمية، بالاعتماد على عملية التسحيح، لإيجاد كتلة هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$
ج /
1 - إذابة العينة $Ba(OH)_2$ في الماء المقطرثم إكمال حجم المحلول الناتج بالماء المقطر الى 25 ml في دورق حجمي
2- تجرى عملية التسحيح وذلك بنقل 20 ml من المحلول المحضر للعينة، باستعمال ماصةإلى دورق مخروطي ذي حجم مناسب.
3 - إضافة بضع قطرات من محلول دليل المثيل الأحمر(وهي مادة عضوية خاملة لا تشترك في تفاعل التسحيح) يتغير لونها من الأصفر إلى الأحمر عند نقطة نهاية هذا التفاعل نتيجة لتغير قيمة pH
4 - بدء عملية تسحيح محلول هيدروكسيد الباريوم(الموجود في الدورق المخروطي) مقابل محلول حامض الهيدروكلوريك HCl القياسي(ذو تركيز 0.098 M او 0.098 N وذلك بالإضافة التدريجية لمحلول هذا الحامض الموجود في سحاحة، إلى محلول العينة، الموجود في الدورق المخروطي مع التحريك المستمر لمزج المحلولين بشكل جيد. وقد تطلب إضافة 22.4 mL من محلول الحامض لحين تغير لون المحلول(لون الدليل المضاف اليه)من اللون الأصفر إلى اللون الأحمر (أي الوصول إلى نقطة نهاية التفاعل.)

حسابات التحليل الحجمي

الحسابات

عند نقطه نهايه التفاعل

كمية المادة المجهولة في الدورق = كمية المادة القياسية في السحاحه

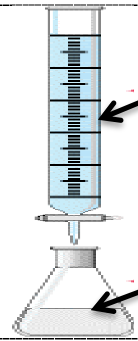
المطلوب ايجاده للمحلول المجهول

أ - تركيز الماده المجهوله (N أو M)

ب – كتله (m) الماده المجهوله

ج – النسبه المئويه لكتله الماده المجهوله في العينه

وحسب العلاقات التاليه



المحلول القياسي (في السحاحه)

قياس الحجم المستهلكة= V

تركيز معلوم = M أو N

=======================

المحلول المجهول (في الدورق)

حجم معلوم= V

تركيز مجهول = M أو N

اولا : حسابات التحليل الحجمي بطريقه التسحيح بدلاله التركيز المولاري (M)

عند نقطه نهايه التفاعل

كمية المادة المجهولة في الدورق = كمية المادة القياسية في السحاحه

مجهول n (mol) = n (mol) معلوم

تستخدم وحدة m mol اذا تم أستخدام حجم المحلول بوحدة ml

عند الاعتماد على استعمال التركيزالمولاري في تحضير المحاليل المستعملة في عمليات التسحيح يتم الاعتمادعلى المعادلة الكيميائية الموزونة (للتعويض عن عدد المولات في المحلول) في تحديد الكميات المتكافئة من المحلول

$$A + 2B \longrightarrow C$$

(من المعادله) 1 mol 2 mol

(من التفاعل) معلوم n (mol) n (mol) مجهول

$$n\ B = 2\ n\ A$$

$$V \times M = 2\ (V \times M)$$

المادة المجهوله المادة القياسيه

أو

$$n\ B = 2\ n\ A$$

$$= 2\ (V \times M)\frac{m}{M}$$

المادة المجهوله المادة القياسيه

ثانيا : حسابات التحليل الحجمي بطريقه التسحيح بدلاله التركيز النورمالي N

عند نقطه نهايه التفاعل

كمية المادة المجهولة في الدورق = كمية المادة القياسية في السحاحه

مجهول eq (mol) = eq (mol) معلوم

تستخدم وحدة m eq أذا تم أستخدام حجم المحلول بوحدة ml

$$V \times N = V \times N$$

المادة المجهوله المادة القياسيه

أو

$$= V \times N\frac{m}{EM}$$

المادة المجهوله المادة القياسيه

أنواع لتسحيح (المعايره)

أولا : التسحيح المباشر : (التفاعل يكون مباشره بين الماده المجهوله وبين المحلول القياسي)

عدد مكافئات الماده المجهوله = عدد مكافئات الماده القياسيه

(المسائل : مثال6 – 8 / تمرين 6 – 13 / س 6 - 14 / س 6 – 15 / 6 - 18)

ثانيا : التسحيح غيرالمباشر :

ويتم فيه تسحيح الماده المجهوله مع مركب ليتحرر غاز(مركب وسطي) ثم تسحيح الغاز الناتج (الذائب) مع المحلول القياسي

عدد مكافئات الماده المجهوله = عدد مكافئات الماده الوسطيه = عدد مكافئات الماده القياسيه

(المسائل : س 6 - 21)

ثالثا : التسحيح الخلفي او الرجعي :

أ - يتم مفاعلة محلول قياسي مع حجم محدد وكمية غير مكافئة من المادة المجهولة (لايتم معادلة المحلول القياسي)

ب - يتم معادلة المحلول القياسي بتسحيحه (معايرته) بمحلول قياسي ثاني آخر للوصول الى نقطة نهاية التفاعل.

و بهذه الطريقة نتمكن من تحديد تركيز المادة المجهولـة (س 6 - 20 :)

عدد مكافئات الماده المجهولة + عدد مكافئات المحلول القياسي الثاني = عدد مكافئات المحلول القياسي الاول

أنواع التفاعلات في عملية التسحيج

1 – التسحيج (المعايرة) التي تتضمن تفاعلات التعادل

مثال : عينه موجوده في دورق مخروطي لمحلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ (M= 171 g/mol) تم تسحيج 20 ml منها الى محلول حامض الهيدروليك HCl القياسي الموجود في السحاحه وذلك باضافه 22.4 ml من الحامض بتركيز 0.098 N جد كتله $Ba(OH)_2$ المذابه في 250ml في المحلول المحضر للعينه

الحل /

عند نقطه نهايه التفاعل

عدد مكافئات الماده المجهوله $Ba(OH)_2$ = عدد مكافئات الماده القياسيه المعلومه HCl

$$Eq_{Ba(OH)_2} = Eq_{HCl}$$

$$V_{Ba(OH)_2} \times N_{Ba(OH)_2} = V_{HCl} \times N_{HCl}$$

$$20\ ml \times N_{Ba(OH)_2} = 22.4\ ml \times 0.098\ N$$

$$N_{Ba(OH)_2} = \frac{22.4 \times 0.098}{20} = 0.1097\ \ Eq / L$$

لاستخراج قيمه ɳ للقاعده $Ba(OH)_2$ نكتب معادله التفاعل ومن ثم نحدد نوع التفاعل

$$Ba(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + 2\ H_2O$$

نوع التفاعل هو تفاعل حامض مع قاعده

$$EM = \frac{M}{ɳ} = \frac{M\ Ba(OH)_2\ (g/mol)}{\text{عدد مجاميع الهيدروكسيد (O H) المتأينه}} = \frac{(171)\ (g/mol)}{2} = 85.5$$

$$v = 250\ ml \times \frac{1\ L}{1000\ ml} = 0.25\ L$$

$$\text{التركيز العياري}\ \ N = \frac{Eq(eq)\ \text{ماده مذابه}}{v(L)\ \text{للمحلول}} = \frac{m(g)/Eq(eq)}{v(L)}$$

$$m\ (g) = N \times V\ (\text{محلول}) \times EM$$

$$m\ (g) = 0.1097\ \ Eq/L \times 0.25\ L \times 85.5\ Eq/g = 2.35\ \ g$$

مثال 6-8 : وزاري 2015/2 في عملية تسحيج حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ (M = 90 g/mol) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم، تطلب تسحيج 0.1743 g من عينة غير نقية لهذا الحامض إضافة 39.82 mL من 0.09 M من محلول القاعدة للوصول إلى نقطة نهاية التفاعل .احسب النسبة المئوية لحامض الاوكزاليك في العينة.

الحل :

الطريقه الاولى :

$$\underset{(\text{في السحاحه})}{2\ NaOH} + \underset{(\text{في الدورق})}{H_2C_2O_4} \longrightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$$

2mol 1mol

2 – $$V\ (L) = 39.82\ mL \times \frac{1\ L}{1000\ mL} = 0.03982\ \ L$$

التسحيج المورلاي يعتمد على المعادله الكيميائيه :

$$\frac{n\ NaOH}{2} = \frac{n\ H2C2O4}{1}$$

$$\frac{1}{2}\ (M_{NaOH} \times V(L)_{NaOH}) = \frac{m_{H2C2O4}}{M_{H2C2O4}}$$

$$\frac{1}{2}\ (0.09\ \ mol/L \times 0.039\ \ L) = \frac{m_{H2C2O4}}{90\ g/mol}$$

$$m_{H2C2O4} = \frac{1}{2}\ (90\ g/mol \times 0.09\ \ mol/L \times 0.039) = 0.16g$$

$$\%\ H_2C_2O_4 = \frac{m\ H2C2O4(g)}{m\ \text{العينة}\ (g)} \times 100$$

$$\%\ H_2C_2O_4 = \frac{0.16\ g}{0.1743\ g} \times 100 = 91.8\ \%$$

طريقه ثانيه للحل :

(المولاريه) $M = \frac{n}{V(L)}$ ⟹ $n = M \times V(L)$

$n_{NaOH} = 0.09\ mol/L \times 0.03982\ L = 0.00358\ mol$

$2\ NaOH + H_2C_2O_4 \longrightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$

(في السحاحه)   **(في الدورق)**

2mol	**1mol**
0.00358 mol	**مجهول**

تظهرالمعادلة الكيميائية المتوازنة ان مول واحد من الحامض يكافئ مولين من القاعدة وهذا يعني انه عند نقطة نهايةالتفاعل :

$$n_{H2C2O4} = \mathbf{0.00358\ (mol)}_{NaOH} \times \frac{1mol\ \ H2C2O4}{2\ mol\ \ NaOH} = 0.00179\ mol$$

$$n = \frac{m\ \text{الكتله}}{M\ \text{الكتله المولية}} \Longrightarrow m = n \times M$$

$$m_{H2C2O4} = 0.00179\ mol \times 90\ g/mol = 0.16g$$

ثم نكمل بقيه الحل

2 – التسحيح (المعايرة) التي تتضمن تفاعلات التأكسد والاختزال

س أثرائي: أذيب 0.8 g من عينة لخام الحديد فاذا علمت أن المحلول الناتج قد أستهلك عند تسحيحه مع محلول برمنكنات البوتاسيوم KMnNO4القياسي بتركيز (0.1 N) حسب التفاعل التفاعل التالي حجما مقداره (48 ml) . أحسب النسبة المئوية للحديد (M = 56 g/mol) في خام الحديد

$$5\ Fe^{2+} + K_2MnO_4 + 8H^+ \longrightarrow 5\ Fe^{3+} + K_2Mn + 4\ H_2O$$

الحل /

نجد η ل Fe^{2+} (نوع التفاعل اكسدة واختزال) $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e$

η Fe^{2+} = عدد e المفقودة = 1 eq / mol

$$\mathbf{EM\ Fe^{2+}} = \frac{M}{η} = \frac{56\ g/mol}{1\ eq/mol} = \mathbf{56\ g/eq}$$

عند نقطة نهاية التفاعل

$$Eq_{Fe^{2+}} = Eq_{KMnO_4}$$

$$\frac{m}{EM}\ _{Fe^{2+}} = (N \times V)_{KMnO_4}$$

$$m_{Fe^{2+}} = N \times V \times EM$$

$$m_{Fe^{2+}} = 0.1N \times (\ )\ L\ \frac{48}{1000} \times 56\ g/eq = 0.3\ g$$

$$\%\ Fe^{2+} = \frac{m_{Fe2+}}{m\ \text{العينه}} \times 100$$

$$\%\ Fe^{2+} = \frac{0.3\ g}{0.8\ g} \times 100 = 36\ \%$$

3 – التسحيح (المعايرة) التي تتضمن تفاعلات الترسيب

س أثرائي : تم معايرة (100 ml) من محلول KI بالتسحيح مع محلول نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ القياسي بتركيز (0.4 N) وكان حجم محلول الرصاص المضاف من السحاحة للوصول الى نقطة نهاية التفاعل (50 ml) . ماهو تركيز KI المولاري

الحل /

$$Pb(NO_3)_2 + 2\ KI \longrightarrow PbI_2 + 2\ K^+ + 2\ NO_3$$

$$\mathbf{N_{Pb(NO_3)_2} \times V_{Pb(NO_3)_2}\ ml = N_{KI} \times V_{KI}\ ml}$$

$$N_{KI} == \frac{N_{Pb(NO3)2} \times V_{Pb(NO3)2}}{V\ KI} = \frac{0.4\ m\ eq/mL \times 50\ mL}{100\ mL} = 0.2\ m\ eq/mL = 0.2\ eq/L$$

نوع التفاعل هو تفاعل ترسيب

η**KI** = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها

η**KI** = 1 × 1 = 1 eq / mol

N **KI** = M × η

$$M\ \mathbf{KI} = \frac{N}{η} = \frac{0.2\ eq/l}{1\ eq/mol} = 0.2\ mol/L$$

4 – التسحيح (المعايرة) التي تتضمن تفاعلات تكوين معقد تناسقي

س أثرائي: تم تقدير محتوى الزئبق في عينة بعملية تسحيح تعتمد على التفاعل الاتي :

$$2CaI_2 + Hg^{2+} \longrightarrow [HgI_4]^{2-} + 2Ca^{2+}$$

فاذا علمت ان 400 mg من العينة قد استهلكت في تسحيح 40mL من محلول CaI_2 القياسي بتركيز 0.1 N للوصول الى نقطة نهاية التفاعل احسب النسبة المئوية Hg^{2+} (M=201 g/mole) الموجود في العينة

الحل /

$$2CaI_2 + Hg^{2+} \longrightarrow [HgI_4]^{2-} + 2Ca^{2+}$$

عند نقطة نهاية التفاعل

$$eq\ CaI_2 = eq\ Hg^{2+}$$

نوع التفاعل هو تكوين معقد $[HgI_4]^{2-}$ لذلك

$\eta\ Hg^{2+}$ = عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة

$\eta\ Hg^{2+} = 4\ eq / mol$

$$EM = \frac{M\ g/mol}{\eta\ eq/mol} = \frac{201\ g/mol}{4\ eq/mol} = 50\ g/eq$$

$$eq\ CaI_2 = eq\ Hg^{2+}$$

$$(N\ (eq/L) \times V(L))\ CaI_2 = \frac{m\ Hg^{2+}(g)}{EM\ Hg^{2+}\ eq/L}$$

$$m\ Hg^{2+} = N\ CaI_2\ (eq/L) \times V(L)\ CaI_2 \times EM\ Hg^{2+}$$

$$m\ Hg^{2+} = 0.1\ eq/mL \times 0.04\ L \times 50\ g/eq = 0.2\ g$$

$$\%\ Hg^{2+} = \frac{m\ Hg^{2+}\ (g)}{m_{\text{العينه}}\ (g)} \times 100$$

$$\%\ Hg^{2+} = \frac{0.2\ g}{0.4\ g} \times 100 = 50\ \%$$

==

التسحيح الخلفي او الرجعي

أ - يتم مفاعلة محلول قياسي مع حجم محدد وكمية غير مكافئة من المادة المجهولة (لايتم معادلة المحلول القياسي)

ب - يتم معادلة المحلول القياسي بتسحيحه (معايرته) بمحلول قياسي ثاني آخر للوصول الى نقطة نهاية التفاعل.

و بهذه الطريقة نتمكن من تحديد تركيز المادة المجهولة (س 6 - 20 :)

عدد مكافئات الماده المجهولة + عدد مكافئات المحلول القياسي الثاني = عدد مكافئات المحلول القياسي الاول

س أثرائي : اذيب كتلة قدرها 3.2 g من أوكسيد المغنسيوم MgO (M = 40 g/mol) غيرنقية في محلول حامض الهيدروكلوريك(HCl) حجمه 400 ml تركيزه 0.3 N وبعد أنتهاء الذوبان وجد أن المحلول مازال حامضيا بحيث لزم أضافة 100 ml من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) تركيزه 0.2 N لمعادلته وللوصول الى نقطة نهاية التفاعل أحسب

أ – كتلة أوكسيد المغنسيوم(MgO) النقية ب – نسبة أوكسيد المغنسيوم(MgO) في العينة غير النقية

الحل /

يلاحظ في هذا التفاعل

1 –ان حامض الهيدروكلوريك(HCl) تفاعل المحلول القاعدي MgO النقي فقط حيث وجد أن المحلول مازال حامضيا

2 – لاجل (معادلة الصفة الحامضية للمحلول) والوصول الى نقطة نهاية التفاعل تتطلب أضافة محلول (KOH)

كمية الحامض = كمية كاربونات الفلز + كمية هيدروكسيد الصوديوم

عددمولات الحامض = عدد مولات MgO + عدد مولات KOH

بما ان المحلول القاعدي MgO (يحتوي فلز ثنائي التكافؤ) فانه ستتفاعل مع الحامض على الشكل الاتي

$$\underset{\text{فلز}}{M}CO_3 + 2H^+ \longrightarrow H_2O + CO_2 + \underset{\text{فلز}}{M}^{2+}$$

η = عدد مولات ايون الهيدروجين (المتفاعله مع الملح القاعدي) = 2 eq / mol

$$EM\ (g/eq) = \frac{M(g/mol)}{\eta\ eq/mol} = \frac{40(g/mol)}{2\ eq/mol} = 20\ g/eq$$

$$eq_{(HCl)} = eq_{(MgO)} + eq_{(KOH)}$$

$$(N \times V_{(L)}0)\ HCl = [\frac{m\,g}{EM}\ MgO + (N \times V_{(L)})\ KOH]$$

$$(0.3 \times 0.4_{(L)}) = [\frac{m\,g}{20\,g/eq} + (0.2 \times 0.1_{(L)})]$$

$$0.12\ mol = \frac{m\,g}{20\,g/eq} + 0.02\ mol$$

$$\frac{m\,g}{20\,g/mol} = 0.12\ mol - 0.02\ mol$$

النقية $m\ g\ MgO = 20\ g/mol \times 0.1\ mol = 2\ g$

النقية $\%\ MgO = \frac{m_{MgO}\ \text{النقية}}{m_{MgO}\ \text{غيرالنقية}} \times 100$

النقية $\%\ MgO = \frac{2\ g}{3.2\ g} \times 100 = 62.5\ \%$

==

التسحيح غيرالمباشر

ويتم فيه تسحيح الماده المجهوله مع مركب ليتحرر غاز (مركب وسطي) ثم تسحيح الغاز الناتج (الذائب) مع المحلول القياسي

عدد مكافئات الماده المجهولة = عدد مكافئات الماده الوسطيه = عدد مكافئات الماده القياسية

س أثرائي : أضيف كمية من يوديد البوتاسيوم KI الى محلول دايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ (M = 294) وسحح اليود المتحررمع 50 ml من محلول ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ بتركيز 0.1N. أحسب كتلة $K_2Cr_2O_7$

الحل /

كمية I_2 المتحرره = $K_2Cr_2O_7$

$$K_2Cr_2O_7 + 6\,KI \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 3I_2 + 2\,K^+$$

ومن عملية التسحيح" عند نقطة نهاية التفاعل"

كمية اليود I_2 = كمية$Na_2S_2O_3$

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightleftharpoons 2NaI + Na_2S_4O_6$$

من منطوق السؤال (نوع التسحيح غير مباشر) (اذا تساوت كميتين كميه ثالثه فالكميتين متساويتين)

لذلك يمكن استنتاج:

كمية برمنكنات البوتاسيوم المضافة $K_2Cr_2O_7$ = كمية ثابوكبريتات الصوديوم المستهلكة في التسحيح$Na_2S_2O_3$

$$eq\ K_2Cr_2O_7 = eq\ Na_2S_2O_3$$

نجد اولا الكتلة المكافئة $K_2Cr_2O_7$

$$K_2Cr_2O_7 + 6\,KI \longrightarrow 2\,Cr^{3+} + 3I_2 + 2\,K^+$$

$K_2Cr_2O_7$	Cr^{3+}
$(2\times1) + (2X) + (7\times-2) = 0$ $2 + 2X - 14 = 0$ $2X = 12$ (Cr عددتاكسد) X = 6	X = 3 Cr عددتاكسد

$$K_2Cr_2O_7 + 6\,e^- \longrightarrow Cr^{3+}$$

ɳ = عدد e المكتسبه × عدد الذرات التي شملها التغير في المركب

6 = 2 × 3 = ɳ

$$EM\ (eq/mol) = \frac{M(g/mol)}{\eta(eq/mol)} = \frac{294\ (g/mol)}{6\ (eq/mol)} = 49\ g/eq$$

$$eq\ K_2Cr_2O_7 = eq\ Na_2S_2O_3$$

$$\frac{m}{EM}\ (K_2Cr_2O_7) = N_{Na2S2O3}\ (eq/L) \times V_{Na2S2O3}\ (L)$$

$$m_{(g)\,(K_2Cr_2O_7)} = 0.1\ _{(eq/L)} \times 0.05\ _{(L)} \times 49\ _{(g/eq)} = 0.25\ g$$

واجب

تمرين 6-12: تم تقدير محتوى النيكل في عينة بعملية تسحيح تعتمد على التفاعل الاتي :

$$Ni^{2+} + 4CN \longrightarrow Ni[(CN)_4]^{2-}$$

فاذا علمت ان 160 mg من العينة قد استهلكت في تسحيح 38.3 mL من محلول KCN القياسي بتركيز 0.137 N للوصول الى نقطة نهاية التفاعل .احسب النسبة المئوية لأوكسيد النيكل Ni_2O_3 (M=165 g/mole) في العينة ج / 67.5 %

تمرين 6-13: تمت معايرة 0.958 g من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH (M = 60 g/mol) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز 0.225 N فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ 33.6 mL احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة. ج / 47.34 %

س 6- 11 : ما هو حجم محلول برمنكنات البوتاسيوم الذي تركيزه 0.2M اللازم لتسحيح (تفاعل تأكسد وأختزال) 40 mL من محلول 0.1M كبريتات الحديدوز في محيط حامضي ؟ معادلة تفاعل التسحيح هي : ج / 4 ml

$$10\ FeSO_4 + 2\ KMnO_4 + 8\ H_2SO_4 \longrightarrow 5\ Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

س 6 -14 وزاري 2013 ت تمت معايرة 50mL من محلول حامض اليوديك HIO_3 (M=176 g/mol) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز 0.145N فاذا علمت أن حجم المحلول القاعدة المضاف من السحاحة الازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ 45.8mL احسب : أ- التركيز العياري لحامض اليوديك HIO_3 ج / 0.13 N

ب- ما هي عيارية محلول الحامض نفسه عند أستعماله في تقدير الحديد حسب التفاعل الأتي : ج / 0.52 N

$$HIO_3 + 4\ FeCl_2 + 5H_3O^+ + 6Cl^- \longrightarrow 4\ FeCl_3 + ICl_2^- + 8\ H_2O$$

س 6 – 15 : لمعايرة محلول NaOH وايجاد تركيزه بشكل مضبوط، تم تسحيح 25 mL منه مع محلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 ذو تركيز 0.08 M وكان الحجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو 47.1mL احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم، ثم جد عدد غرامات NaOH المذابة في 500 mL من هذا المحلول ج / 0.3 M : 6 g

---

س 6 - 18 : وزاري 2015 ت اذيب 4.29 g من بلورات كاربونات الصوديوم المائيه $Na_2CO_3.x\ H_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول الى 250 ml فاذا علمت ان 25 ml من المحلول الاخير يحتاج الى 15 ml من محلول HC l عيارته 0.2N لمكافئته . ما عدد جزيئات الماء (x) في الصيغه الكيميائيه لكاربونات الصوديوم المائيه ؟ ج / $Na_2CO_3.10\ H_2O$

---

6 – 20 : وزاري 2016 ت أذيب 2.5 g من كاربونات فلز ثنائي التكافؤ نقية $M\ CO_3$ (حيث ان M تمثل فلز) في 100 mL من محلول حامضي تركيزه 0.6 N وبعد انتهاء التفاعل بين المادتين وجد ان المحلول الناتج يحتاج الى اضافة 50 m L من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه 0.2 N لمعادلته . احسب الكتلة المولية للفلز ثم حدد هويته ج / 40 g / mol

---

س 6 – 21 : وزاري2013 أضيف 20 mL من محلول برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه 0.3 N الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض ، فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ (M = 158 g/mol) حسب التفاعل الاتي :

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightleftharpoons 2NaI + Na_2S_4O_6$$

حيث استهلك 25 mL من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل .احسب : أ - عيارية محلول $Na_2S_2O_3$

ب - عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في 1L من هذا المحلول ج / أ - 0.24 N ب – 37.92 g

---

س 6 - 22 : ما كتله كبريتات الباريوم $BaSO_4$ (M = 233 g/mol) التي تترسب تماما عند مزج كميه كافيه من محلول $BaCl_2$ (M = 208 g/mol) مع 100 ml من حامض الكبريتيك (M = 98 g/mol) علما بان 20 ml من نفس الحامض تحتاج 16 ml من NaOH تركيزه 0.10 M لمعادلته ج / 0.932 g

المفاهيم الاساسية

طرائق التحليل الوصفي (النوعي)
هي مجموعة من طرائق تحليل كيميائي تهدف **الى معرفة هوية** مكون واحد او اكثر من مكونات مادة (ذره أو أيون او مركب أو مخلوط) او مزيج من المواد **والاسلوب** الذي ترتبط به هذه المكونات بعضها بالبعض الاخر

التحليل الكمي
هي مجموعة من طرائق تحليل كيميائي تهدف الى ايجاد كمية مكون معين في كمية معينة من النموذج (العينه)

طرائق التحليل الوزني :
هي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي الكمي تعتمد على عزل وقياس كتلة مادة معلومة التركيب الكيميائي (تكون ذات صلة كيميائية بالمكون المراد تقديره)بشكل نقي وكمي وتتم عملية العزل المقصودة من كتلة معلومة من العينة المراد تقديرها.

طرائق التطاير :
هي مجموعة من طرائق التحليل الوزني التي تعتمد على ازاحة المكون المتطاير الموجود في العينة ومن ثم ايجاد كتلته بطريقة مباشرة او بطريقة غير مباشرة.

طرائق الترسيب :
هي مجموعة من طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تحويل المكون المراد تقديره في العينة الى مركب نقي ومستقركيميائياً ذو صيغة كيميائية معلومة قابلة للوزن عن طريق تفاعلات الترسيب.

المعامل الوزني : **وزاري 2016 ت**
هو النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديره الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية(الراسب)على شرط ان تحوي كلتاالصفتين على نفس العدد من ذرات العنصر(او جزيئات المكون)المراد تقديره

الكتله المكافئة وزاري 2016 : هي كميه الماده (كتله الماده) التي تكافيء تماما كميه ثابته من ماده أخرى مثل 1g من الهيدروجين او 17g من جذر الهيدروكسيد او 8g من الاوكسجين في تفاعل معين والكتله المكافئه للماده هي كميه غير ثابته قد تتغير مع نوع التفاعل التي تشترك فيه

المولارية : عدد مولات المادة المذابة في لتر واحد من المحلول

التركيزالنورمالي (العياري) وزاري 2015 / 2: هو عدد المكافئات الغراميه من المذاب في لتر واحد من المحلول

عملية التسحيح :
هي عملية اضافة تدريجية للمحلول القياسي(**الكاشف الكيميائي**) من السحاحة الى المحلول المجهول(**المكون المرادتقديره**) في الدورق المخروطي(اوبالعكس)وتستمرهذه الاضافة لحين الوصول الى نقطة نهاية التفاعل ويكون الغاية منها هي ايجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن طريق قياس الحجوم المستهلكة في العملية بدقة.

نقطة التكافؤ : هي نقطة نظرية (افتراضية) يكون من المفروض عندها ان تتكافئ كمية المادة لقياسية المضافة من السحاحة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي(او بالعكس.)

نقطة نهاية التفاعل :
هي نقطة ينتهي(يكتمل)عندها التفاعل المستعمل في عملية التسحيح بين المادة القياسية والمادة المجهولة، ويُحدد موقعها عملياً(تجريبياً)بالاعتماد على استخدام احد الدلائل المناسبة.

خطأ التسحيح :
هو مقياس لمدى الاختلاف بين مواقع نقطة التكافؤ(النظرية)ونقطة نهاية التفاعل المقاسة عملياً في عملية التسحيح.

الدليل : هي مادة كيميائية تُضاف عادة الى محلول التسحيح ولاتشترك عادة في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقة نهاية التفاعل.

تفاعل التعادل :
هو تفاعل بين حامض وقاعده يكون ناتجه ملح وغالبا ما يتضمن التفاعل ايضا اتحاد ايونات الهيدروجين وايونات الهيدروكسيد لتكوين جزيئات الماء

تفاعل الترسيب : هو تفاعل ينتج ماده صلبه غير ذائبه (راسب)

تفاعل تأكسد واختزال : هو تفاعل يحدث فيه أكسده وأختزال للمواد المتفاعله

الملح : هو مركب مكون من ايون موجب (عدا H^+) وايون سالب عدا (OH^- او O^{-2})

تعاليل مهمة

علل / يصنف الرصاص ضمن المجموعتين I و II
ج / وذلك لكون ذوبانية كلوريد الرصاص كبيرة نسبياً مما يسبب في بعض الاحيان عدم ترسبه بشكل تام عند اضافة حامض HCl المخفف فيتم ترسيبه بشكل تام عند أضافه العامل المرسب H_2S

علل / لايضاف عامل مرسب للمجموعه الخامسه من الايونات الموجبه
ج / لانها تبقى ذائبه لوحدها في المحلول بعد فصل ايونات المجاميع الاخرى

علل / بعد عزل الراسب يغسل الراسب باضافة محلول غسيل ملائم
ج / للتخلص من كمية من الملوثات العالقة على سطح الراسب

علل / يجب فصل المواد المتداخله قبل اجراء عمليه القياس للمكون المراد تقديره
ج / للحصول على نتائج دقيقه للمكون المراد تقديره لان معظم التفاعلات المستعمله في عمليات التحليل الكيميائي مشتركه لعدد من العناصر والمركبات الموجوده في نفس العينه مما يؤثر في نتائج التحليل

علل / يجب ان يكون الراسب بلورياً ذا حجم دقائق كبيرة نسبيا ؟
ج / لكي تكون 1 - لتحويل الراسب إلى مادة نقية (غير ملوثة) وذات صيغة كيميائية معلومة وثابتة ويمكن الوصول إلى ذلك عادةً عن طريق التجفيف أو الحرق أو عن طريق معاملة الراسب بكواشف كيميائية مناسبة

علل / يجب أن يتمتع الراسب بصفات فيزيائية مناسبة علل ؟
ج / للتمكن من فصله عن محلول الترسيب بشكل كمي ومن ثم غسله للتخلص من الملوثات الذائبة،

علل / يجب أن يكون الراسب المتكون غير ذائب بدرجه كافيه (قابلية ذوبانه قليلة جداً)
ج / لاجل عدم حصول خساره للمكون المراد تقديره عند جمعه بعمليه الترشيح

علل / يجب أن يتمتع الراسب بصفات فيزيائية مناسبة (ان يكون الراسب بلورياً ذا حجم دقائق كبيرة نسبيا)
ج / للتمكن من فصله عن محلول الترسيب بشكل كمي (بعمليه الترشيح) ومن ثم غسله للتخلص من الملوثات الذائبة

علل / تعتمد عملية فصل الراسب عن محلول الترسيب بشكل أساسي على حجم دقائق الراسب المتكون
ج / 1- لان الراسب ذو دقائق كبيرة الحجم نسبيا يمكن أن يفصل بشكل تام وبسرعة وسهولة، بينما تكون هناك حاجة إلى استخدام أوساط ترشيح ذات مسامات صغيرة لفصل الراسب ذي دقائق صغيرة الحجم
2 - بشكل عام أن دقائق الراسب ذات الحجم الكبير تكون اقل عرضة للتلوث من محيط الترسيب

علل / ما الغاية من إجراء عملية الترسيب
ج / هو الحصول على راسب متبلور وهي حالة مرغوبة للراسب،

علل / في عمليه التحليل الوزني يتم أجراء عمليه الترسيب عند درجات حراره عاليه
لان ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة ذوبانية معظم الرواسب في أثناء عملية الترسيب ويعني ذلك بطء الترسيب وإتاحة الوقت اللازم لبناء بلورات.

علل / يفضل إجراء عملية الترسيب من محاليل مخففة
ج / لانها تتيح الوقت الكافي لبناء بلورات الراسب والحصول على راسب متبلور.

علل / مالهدف من إجراء أي عملية تحليل حجمية، بطريقة التسحيح،
ج / هو إضافة محلول قياسي بكمية مكافئة كيميائيا للمادة مجهولة الكمية، وهذا الشرط يتحقق في عملية التسحيح،

علل / تضاف كواشف كيميائيه تدعى الدلائل
ج / لتحديد نقطه نهايه التفاعل

علل / في عمليه التسحيح تتم الاضافه من السحاحه بشكل تدريجي وعلى شكل قطرات
ج / من أجل ملاحظه تغير لون الدليل عند نقطه نهايه التفاعل

علل / يفضل استخدام التركيز العياري للتعبير عن تراكيز المحاليل المستعملة في عمليات التسحيح (علل)
ج / لتجنب الالتباس الذي قد يحصل من أحتواء مول واحد من الماده على مول واحد او اكثر من المكون الفعال الذي يشترك في التفاعل

رحلة التفوق في السادس

التحليل الكيميائي

التحليل الوصفي (النوعي)
يتم تشخيص المادة المراد تحليلها من خلال تحويلها بمساعدة ماده اخرى (تدعى بالكاشف) الى مركب جديد ذو خواص معروفة

التحليل الكمي

التحليل الالي
تعتمد على استعمال أجهزة متنوعة

طرائق التحليل الوزني
وتعتمد على عزل و قياس الكتل في انجاز عملية التحليل.
ومن اهم هذه الطرائق
1 - طريقه التطاير (للمواد المتطايره)
2- طريق الترسيب (تكوين الراسب)

القوانين المستخدمه

1 كتلة الجزء المتطاير = كتلة العينة (قبل التسخين) – كتلة العينة (بعد التسخين)

2 - $\%$ المكون المراد تقديره $= \dfrac{m\ \text{المكون المراد تقديره}}{m\ \text{العينه}} \times 100\ \%$

3- (المعامل الوززني) $Gf = \dfrac{a}{b} \times \dfrac{M\ \text{المكون المراد تقديره}}{M\ (\text{الراسب})\ \text{الصيغه الوزنيه}}$

4- كتله $m\ (g)$ كتله المكون المراد تقديره $= G_f \times m\ (g)$ المعامل الوزني × الصيغة الوزنية (الراسب)

5- و تعتمد الحسابات ايضا على قوانين النسبة والتناسب المعتمدة أساسا على المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل

$$\dfrac{m1\ \text{المكون المراد تقديره}}{m2\ \text{الصيغة (كتلةالورزانيق)}} = \dfrac{M\ \text{الكتله الموليه للمكون المراد تقديره}}{M\ \text{الكتلة المولية للصيغة الوزنية(الراسب)}}$$

$$\frac{m1}{m2} = \frac{M\,1}{M\,2}$$

$$m_1 = m_2 \times \dfrac{M1\ \text{الكتله الموليه للمكون المراد تقديره}}{M2\ \text{الكتل المولية للصيغة الوزنية(الراسب)}}$$

التحليل الوزني
تعتمد على قياس الحجم الذي يستهلك من محلول لكاشف(ذي تركيز معلوم) عند تفاعله كميا مع محلول المكون المراد تقديره(محلول ذو تركيزمجهول) والتي يمكن استخرجها من قوانين التكافؤ الكيميائي

القوانين المستخدمه

تفاعل الحوامض والقواعد

$$EM = \dfrac{M\ (a\ \text{او}\ b)}{\text{عدد مجاميع}\ (H)\ \text{او}\ (OH)\ \text{المتأينه}}$$

$$Eq = \frac{m}{EM}$$

$$m = N \times V \times EM$$

تفاعلات الترسيب وتكوين المعقد

$$EM = \dfrac{M}{\text{عدد الايونات الموجبه} \times \text{تكافؤها}}$$

$$EM = \dfrac{M\ \text{الكتلة الموليه}}{\text{عدد المزدوجات الالكترونية الموهوبة او المكتسبة}}$$

تفاعل التاكسد والاختزال

(للعامل المؤكسد) $EM = \dfrac{M\ \text{الكتلة الموليه}}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}}$

(للعامل المختزل) $EM = \dfrac{M\ \text{الكتلة الموليه}}{\text{عدد الالكترونات المفقوده}}$

$$EM = \frac{M(g/mol)}{\eta\ (eq/mol)} = \frac{M}{\eta}\ (g/eq)$$

طرائق التعبير عن تراكيز المحاليل

التركيز المولاري $(M)\ (mol/\ L) = \dfrac{n\ (mol)}{V\ (L)}$

التركيز العياري $N = \dfrac{Eq\ (eq)}{V\ (L)} = \dfrac{\frac{m\ (g)}{EM\ \ (g/eq)}}{V(L)}$

حسابات التحليل الحجمي

اولا : حسابات التحليل الحجمي بطريقه التسحيح بدلاله التركيز المولاري (M)

عند نقطه نهايه التفاعل

كمية المادة المجهولة في الدورق	=	كمية المادة القياسية في السحاحه
مجهول n (mol)	=	n (mol) معلوم

عند الاعتماد على استعمال التركيزالمولاري في تحضير المحاليل المستعملة في عمليات التسحيح يتم الاعتمادعلى المعادلة الكيميائية الموزونة (للتعويض عن عدد المولات في المحلول) في تحديد الكميات المتكافئة من المحلول

$$A + 2B \longrightarrow C$$

(من المعادله) 1 mol   2 mol

(من التفاعل) معلوم n (mol)   n (mol) مجهول

$n\ B = 2\ n\ A$		
$V \times M = 2\ (V \times M)$		
المادة المجهولة		المادة القياسية

أو

$n\ B = 2\ n\ A$		
$= 2\ (V \times M)\frac{m}{M}$		
المادة المجهولة		المادة القياسية

ثانيا : حسابات التحليل الحجمي بطريقه التسحيح بدلاله التركيز النورمالي N

عند نقطه نهايه التفاعل

كمية المادة المجهولة في الدورق	=	كمية المادة القياسية في السحاحه
مجهول eq (mol)	=	eq (mol) معلوم

$V \times N$	=	$V \times N$
المادة المجهولة		المادة القياسية

أو

	=	$V \times M \frac{m}{M}$
المادة المجهولة		المادة القياسية

أنواع لتسحيح (المعايره)

أولا : التسحيح المباشر : (التفاعل يكون مباشره بين الماده المجهوله وبين المحلول القياسي)

عدد مكافئات الماده المجهوله = عدد مكافئات الماده القياسيه

(المسائل : مثال6 – 8 / تمرين 6 – 13 / س 6 - 14 / س 6 – 15 / 6 - 18)

ثانيا : التسحيح غيرالمباشر :

ويتم فيه تسحيح الماده المجهوله مع مركب وسطي ثم تسحيح الناتج مع المحلول القياسي

عدد مكافئات الماده المجهوله = عدد مكافئات الماده الوسطيه = عدد مكافئات الماده القياسيه

(المسائل : س 6 - 21 / س 6 – 22)

ثالثا : التسحيح الخلفي او الرجعي :

أحيانا توجد ماده ذات معلومات مجهوله تتفاعل ببط مع محلول قياسي وفي هذه الحاله تضاف كميات كبيره من المحلول القياسي ويترك الخليط الى نقطة نهايه التفاعل ثم بعد ذلك يتم معادله الزياده مع المحلول القياسي بماده اخرى معلومه

عدد مكافئات الماده المجهوله + عدد مكافئات المحلول القياسي الثاني = عدد مكافئات المحلول القياسي الاول

(المسائل : س 6 - 20)

نماذج أسئلة وزاري (حسب المنهج الجديد)

1- التحليل الوصفي :

س : 2013 ت : كيف يتم الفصل بين ايوني Hg^{+2} و Hg_2^{2+}

س : وزاري 2013 - 2014 /3 : كيف يتم الفصل بين ايون الفضه وايون الكادميوم

س : وزاري 2013/2: يمكن فصل ايون Cu^{2+} عن ايون Zn^{2+} وذلك باضافه --------------

س : 2014 (تمهيدي) 2016 /3: س : العامل المرسب للمجموعه الثانية -------------- بوجود ------------

س وزاي 2/2014 : العامل المرسب للمجموعه الثالثه A -------------------

س وزاي 3/2014 : لماذا يصنف أيون الرصاص ضمن المجموعتين (II / I)

س : 2015 ت : كيف يمكن الفصل بين الايونات Co^{2+} و Ca^{2+} و Cu^{2+}

س : 2016/2 : تترسب الايونات الموجبة للمجموعة الاولى على هيئة -------------------

---

2- التحليل الكمي :

أ- طرائق التطاير

س : تمهيدي 2013 : تم تحليل مركب عضوي لمعرفة النسبة المئوية للكاربون فيه بطريقة التطاير المباشرة .فبعد حرق 15.24 mg من المركب بوجود الاوكسجين وامتصاص غاز CO_2 في وسط مناسب، وجد أن كتلة CO_2 تساوي 22.36 (mg) أحسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في المركب. علما بان الكتل الذريه ل C= 12 و O =16

س 2015 (تمهيدي) : عند حرق 5.7 g من مركب عضوي هيدروكاربوني نتج 15.675 g من غاز ثنائي أوكسيد الكاربون أحسب النسبة المئوية للهدروجين في المركب ج / 25%

س2/ 2015 (خارج العراق) : تم تحليل سبيكة النيكروم(سبيكة مكونة من عنصرين اساسيين هما النيكل والكروم اضافة الى كمية قليلة جداً من الكاربون)وزنياً بطريقة التطاير وذلك بحرق 0.7 g منها بوجود الاوكسجين وقد وجد ان كتلة غاز ثنائي اوكسيدالكاربون CO_2 المتحرر الذي تم جمعه بعد انتهاء عملية الحرق كانت تساوي 1.1mg احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في السبيكة

ب- طرائق الترسيب

س وزاري 2016 تمهيدي : عرف المعامل الوزني -

س : وزاري2013 (دور ثاني) : عدد العوامل المؤثره على حجم دقائق الراسب

س وزاي 2014 /2 : علل : في عمليه التحليل الوزني يتم أجراء عمليه الترسيب عنددرجات حراره عاليه

س وزاي 2014 /3 :ماهي العوامل التي تؤدي إلى نجاح عملية التحليل الوزني والحصول على نتائج دقيقه

س وزاري 2015 تمهيدي : ماهي صفات الراسب الجيد (– خارج العراق)

س وزاري 2016 : ما تأثير درجة الحرارة على ذوبانية معظم الرواسب أثناء عملية الترسيب

وزاري 2016 /3 : تتضمن طرائق التحليل الوزني المعتمدة على تفاعلات الترسيب عدد من الخطوات التي يجب ان تنجز بشكل كمي عددها

س1 : وزاري 2013 : ان المعامل الوزني ل $Na_5P_3O_{10}$ (M=368 g/mol) في $Mg_2P_2O_7$ (M=222 g/mol) يساوي--------

---

س3 : 2014 ت - 2016 :عند اذابة 0.5 g من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم NaI (M = 150 g/mol) في الماء واضافة زيادة من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ لترسيب ايون اليوديد بشكل تام، تم الحصول على 0.744 g من يوديد الفضة AgI (M = 253 g/mol) احسب النسبة المئوية ليوديد الصوديوم في الملح غير النقي

س وزاي 2014 / : ان المعامل الوزني للحديد(M=56 g/mol) في Fe_2O_3 (M=160 g/mol) يساوي--------

وزاري 2016/2 احسب المعامل الوزني للحديد Fe (M = 56 g/mole) في Fe_3O_4 (M = 232 g/mole) ج / 0.7

س وزاري 2016 خ : تمت معاملة نموذج من الفوسفات كتلته 0.68 g لترسيب محتوى الفسفور كليا كميا على هيئة بايروفوسفات المغنسيوم $Mg_2P_2O_7$ كتلته 0.435 g . احسب النسبة المئوية للفسفور علما ان الكتل الذرية ل (Mg = 24 / P =31 / O=16)

3- التحليل الحجمي

أ – العلاقة بين النورماية والمولارية وحساب كتلة المادة المذابة

س وزاري 2015/2 : التركيز النورمالي العياري هو ----------

وزاري 2016 : عرف الكتلة المكافئة

وزاري 2/2015 - 2016 /3 : ما هي شروط المواد القياسية المستعملة في تحضير المحاليل

س وزاري 2015 (خارج العراق) : ماهي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ المحضر باذابة 9.5 g من هذه المادة في 2L والمستعمل في تفاعل حامض – قاعدة ؟ علما ان الكتلة الذرية ل Ba = 137 و H = 1 و O = 16

ج / 0.027 M و 0.054 N

س : وزاري 2014: تستعمل برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ في تفاعلات التأكسد والاختزال فاذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعادل كعامل مؤكسد لتنتج MnO_2 ما قيمة η برمنكنات البوتاسيوم وكم هي عيارية محلول هذه المادة الذي تركيزه المولاري يساوي 0.05 M

س وزاري 2014 / 2 - 2015: ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ (M = 294 g/mole) لتحضير محلول بحجم 2L وتركيز 0.12 N من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي ؟

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\ H^+ + 6\ Fe^{2+} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7\ H_2O + 6\ Fe^{3+}$$

وزاري 3/2014 ما هي الكتلة اللازمة من هيدروكسيد الصوديوم NaOH لتحضير 500 ml من محلول تركيزه 0.2

س وزاري 2016/2: ماهي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ المحضر باذابة 9.3 g من هذه المادة في 3L والمستعمل في تفاعل حامض – قاعدة ؟ علما ان الكتلة الذرية ل Ba = 137 و H = 1 و O = 16

وزاري 2016/2 خ عند استعمال حامض الكبريتيك في تفاعلات التعادل تكون قيمة η = 2.eq/mol فان عيارية محلول هذا الحامض تساوي ----------- اذا كان تركيزه المولاري يساوي 0.231mol/L

س وزاري 2017 تمهيدي ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ (M = 294 g/mole) لتحضير محلول بحجم 2.4L وتركيز 0.16 N من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي ؟

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\ H^+ + 6\ Fe^{2+} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7\ H_2O + 6\ Fe^{3+}$$

ب - التسحيح

س: تمهيدي2013 : تمت معايره 50 ml من محلول حامض HIO_3 (M=176 g/mol) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز 0.145 N وان الحجم المضاف من القاعده اللازم للوصول الى نقطه نهايه التفاعل بلغ 45.8 ml احسب التركيز العياري ل حامض HIO_3

س: وزاري2013: أضيف 20 mL من محلول برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه 0.3 N الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ (M g/mol = 98) حسب التفاعل الاتي :

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightleftharpoons 2NaI + Na_2S_4O_6$$

حيث استهلك 25 mL من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل .احسب:

أ - عيارية محلول $Na_2S_2O_3$ ب - عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في 1L من هذا المحلول

س : وزاري 2/2013 - 2016 تمهيدي: أذيب 2.5 g من كاربونات فلز ثنائي التكافؤ نقية $M\ CO_3$ (حيث ان M تمثل فلز) في100 mL من محلول حامضي تركيزه 0.6 M وبعد انتهاء التفاعل بين المادتين وجد ان المحلول الناتج يحتاج الى اضافة 50 m L من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه 0.2 N لمعادلته . احسب الكتلة المولية للفلز

س: 2015 (تمهيدي – خارج العراق) : اذيب 4.29 g من بلورات كاربونات الصوديوم المائيه $Na_2CO_3.x\ H_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول الى 250 ml فاذا علمت ان 25 ml من المحلول الاخير يحتاج الى 15 ml من محلول HC l عيارته 0.2N لمكافئته . ما عدد جزيئات الماء (x) في الصيغه الكيميائيه لكاربونات الصوديوم المائيه ؟

س: 2015 (نازحين) تمت معايرة 50mL من محلول حامض اليوديك HIO_3 (M=176 g/mol) بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز 0.145N فاذا علمت أن حجم المحلول القاعدة المضاف من السحاحة الازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ 45.8mL احسب : أ- التركيز العياري لحامض اليوديك HIO_3

ب- ما هي عيارية محلول الحامض نفسه عند أستعماله في تقدير الحديد حسب التفاعل الأتي :

$$HIO_3 + 4\ FeCl_2 + 5H_3O^+ + 6Cl^- \longrightarrow 4\ FeCl_3 + ICl_2^- + 8\ H_2O$$

س وزاري2/ 2015 : في عملية تسحيح حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ (M = 90 g/mol) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم، تطلب تسحيح 0.175 g من عينة غير نقية لهذا الحامض إضافة 40 mL من 0.09 M من محلول القاعدة للوصول إلى نقطة نهاية التفاعل . احسب النسبة المئوية لحامض الاوكزاليك في العينة.

س وزاري3/ 2015 : لمعايرة محلول NaOH وايجاد تركيزه بشكل مضبوط، تم تسحيح 30 mL منه مع محلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 ذو تركيز 0.06 M وكان الحجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو 45mL احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم، ثم جد عدد غرامات NaOH المذابة في 200 mL من هذا المحلول

رحلة التفوق للسادس الاعدادي

المساعد في الكيمياء

للصف السادس العلمي

الفصل السابع

الكيمياء العضوية

للهيدروكاربونات المعوضه

لسنه 2016 - 2017

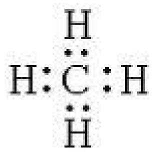
أعداد المدرس

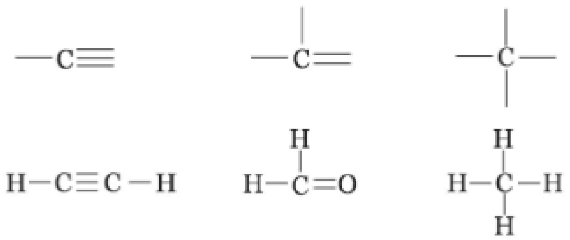
وهب منير الموسوي

أعداديه الشيخ أحمد الوائلي

الفصل السابع : الكيمياء العضوية للهيدروكاربونات المعوضة

مقدمه





التركيب الالكتروني لذره الكاربون :

أن العدد الذري لذره الكاربون هو 6 حيث يوجد في الغلاف الخارجي 4e لذلك من الصعب على ذره الكاربون أن تفقد أو تكتسب 4e لتكوين أيونات C^{4+} أو أيونات C^{4-} لاحتياجها الى طاقه كبيره لذا فهي تشبع غلافها الخارجي بالمشاركه أو المساهمه بالالكترونات الاربعه لتكوين أربع أواصر تساهميه

الكيمياء العضوية : والتي هي احد فروع علم الكيمياء الذي يهتم بدراسة خواص وتركيب وتفاعلات الانواع المختلفة للمركبات التي يكون فيها عنصر الكاربون اساسياً في تكوينها اضافة الى عناصر اخرى

الكيمياء العضوية
- **الهيدروكاربونات**
  - **مشبعه (الكانات)**
  - **غير مشبعه**
    - **الكينات**
    - **الكاينات**
- **الهيدروكاربونات المعوضه**

الهيدروكاربونات : ابسط المركبات العضوية، اذ تحتوي على عنصري الكاربون والهيدروجين فقط و ان هذه المركبات ترتبط فيها ذرات الكاربون بأواصر تساهمية مفردة وتقسم الى

أ - هيدروكاربونات مشبعة (الكانات) : وهي مركبات عضويه تحتوي على كاربون وهيدروجين فقط وتكون جميع اواصرها مفرده قويه وتكون ذات سلسلة مفتوحة ا وحلقية

القانون العام : CnH2n+2

الصيغه العامة : R-H

ب - هيدروكاربونات غير مشبعة : ترتبط فيها ذرات الكاربون فيما بينها أما

1 - بأواصر تساهمية مزدوجة كالالكينات مثل الايثين (الاثيلين) $CH_2= CH_2$

و بأواصر تساهمية ثلاثية كالالكاينات مثل الايثاين (الاستيلين) $H-C\equiv C-H$

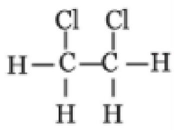
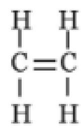
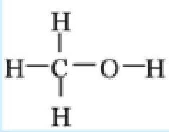
ومنها الاروماتي كالبنزين ومشتقاته.

الصيغه الجزيئية : هي الصيغه التي تبين العدد الحقيقي لكل ذره عنصر في جزيء الماده

الصيغه البنائيه التركيبية : هي صيغه كيميائيه تبين كيفيه ترابط الذرات المكونه لجزيئه الماده مع بعضها في الفراغ.

(اي كيفيه طريقه ارتباط الذرات مع بعضها بالروابط التساهميه)

ويمكن بواسطتها التميز بين عده مركبات تشترك في صيغه جزيئيه واحده . وتعرف بالايزومرات

الصيغة الجزيئية	$C_2H_4Cl_2$	C_2H_4	C_2H_2	CH_4O
الصيغة البنائية			$H-C\equiv C-H$	

الجناس (أيزوميرزم) : هي ظاهره وجود مركبين أو أكثر في الطبيعه لهما نفس الصيغه الجزيئيه ولكنهما يختلفان في الخواص الفيزيائيه والكيميائيه بسبب أختلافهما في الصيغه التركيبيه (البنائيه)

مثال : الصيغه الجزيئيه تمثل C_2H_6O

تمثل مركبين مختلفين تماما هما **CH_3- CH_2- OH (كحول أثيلي)** و **CH_3-O-CH_3 (ثنائي مثيل اثير)**

(الصيغه الجزيئيه)

C_2H_6O

$CH_3 - CH_2 - OH$ كحول الاثيلي

$CH_3 - O - CH_3$ ثنائي مثيل أيثر

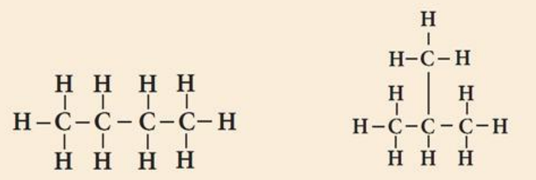
(الصيغه البنائيه)

س : تفشل الصيغه الجزيئيه في تحديد نوعيه المركب العضوي

ج : لوجود أكثر من مركب يشترك في صيغه جزيئيه واحده لذا تفشل الصيغه الجزيئيه في تحديد نوعيه المركب

مثال 7 – 1 : ما الصيغتان البنائيتان للمركبين ن - بيوتان و- 2 مثيل بروبان (ايزو بيوتان) واللذان لهما نفس الصيغة الجزيئية C_4H_{10}

الحل /



2 – مثيل بروبان ن – بيوتان

وكما هو متوقع فالمركبين مختلفين في خواصهما الفيزيائية والكيميائية على الرغم من كونهما يمتلكا نفس الصيغة الجزيئية

تمرين 7 – 1 : اكتب جميع الصيغ التركيبية للمركب C_5H_{12} مع تسميتها

أختلاف تسمية الالكانات والالكينات والالكاينات

اسم الألكان	الصيغة الجزيئية C_nH_{2n+2}	اسم الألكين	الصيغة الجزيئية C_nH_{2n}	اسم الألكاين	الصيغة الجزيئية C_nH_{2n-2}
ميثان	CH_4	------------	----------------	------------	------------
إيثان	C_2H_6	إيثين	C_2H_4	إيثاين	C_2H_2
بروبان	C_3H_8	بروبين	C_3H_6	بروباين	C_3H_4
بيوتان	C_4H_{10}	بيوتين	C_4H_8	بيوتاين	C_4H_6
بنتان	C_5H_{12}	بنتين	C_5H_{10}	بنتاين	C_5H_8
هكسان	C_6H_{14}	هكسين	C_6H_{12}	هكساين	C_6H_{10}
هبتان	C_7H_{16}	هبتين	C_7H_{14}	هبتاين	C_7H_{12}
أوكتان	C_8H_{18}	أوكتين	C_8H_{16}	أوكتاين	C_8H_{14}
نونان	C_9H_{20}	نونين	C_9H_{18}	نوناين	C_9H_{16}
ديكان	$C_{10}H_{22}$	ديكين	$C_{10}H_{20}$	ديكاين	$C_{10}H_{18}$

قواعد التسمية (IuPAC) تسميه الهيدروكاربونات (المشبعة وغير المشبعة) :

1- نتخب اطول سلسلة مستمرة من ذرات الكاربون

$^{1}CH_3-^{2}CH(CH_3)-^{3}CH_2-^{4}CH_2-^{5}CH_3$

2 - نبدأ بترقيم ذرات الكاربون من الطرف القريب لاقرب تفرع للسلسله المشبعه
وترقم السلسله غير مشبعه من الطرف الاقرب للاصره المزدوجه او الثلاثيه نعين مواقع مجاميع الالكيل او المجاميع المعوضة بارقام ذرات الكاربون المرتبطة بها

3-عند وجود اكثر من مجموعة الكيلية او معوضة واحدة ترتب حسب الحروف الهجائية اللاتينية عند التسمية.

4 - استخدام الفواصل بين الارقام (،) والخط (-)بين الرقم والاسم في التسمية.

5- للدلالة على عدد المجاميع المعوضة المتماثلة(المتشابهة)نستخدم المقاطع الاتية :

احادي mono / ثنائي di / ثلاثي tri

6- وعند وجود أكثر من مجموعه مختلفه نذكر أولا
رقم وأسم التفرع اللاعضوي ثم نذكر رقم وأسم التفرع العضوي ثم أذكر أسم الالكان

ولغرض فهم قواعد التسمية نورد الامثلة الاتية

مثال 7–2

ما اسم كل من المركبات التالية وفق نظام IUPAC :



(1) (2) (3)

الحـــل :

(1) 3 – اثيل – 2 مثيل بنتان

(2) 2، 4، 4 – ثلاثي مثيل هكسان

(3) 2 – مثيل – 1 – بيوتين

تمرين 7 – 2 : اكتب اسماء المركبات التالية حسب IUPAC (نظام ايوباك)

(1) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-C\equiv C-H$

(2) $CH_3-CH(CH_3)-CH=CH-CH(CH_3)-CH_3$

(3) $CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$

المجاميع الوظيفية في المركبات العضوية :

ان كل مركب هيدروكاربوني عضوي لا بد وان يحتوي على عنصري الكاربون والهيدروجين بشكل اساسي، إلا ان هناك عدد كبير من المركبات العضوية تحتوي على عناصر أخرى مثل الاوكسجين والنتروجين والهالوجين والكبريت وغيرها.وان وجود أي من العناصر غير الكاربون والهيدروجين في المركب العضوي يكسبه بعض الصفات التي تميزه عن المركبات التي تخلو من ذلك العنصر .

وقد اصطلح على العنصر او مجموعة العناصر التي تكسب المركب العضوي صفات خاصة بالمجاميع الوظيفية أو المجاميع الفعالة (المميزة.)

المجموعة الوظيفية(الفعالة)

هي ذرة أو مجموعة ذرات ترتبط بذرة الكاربون في المركبات العضوية فتكسب هذه المركبات صفات كيميائية وفيزيائية متماثلة تميزها عن غيرها من المركبات العضوية.

المجاميع المعوضة

هي ذره أو مجموعه ذرات حلت محل ذره الهيدروجين في المركب العضوي

والجدول 7 - 2 يبين المجاميع الوظيفية (المعوضه) في المركبات العضوية والتي سنتناول بعضها بالتفصيل

الجدول 7 – 2 المجاميع الوظيفية في المركبات العضوية

اسم المركب	الصيغة العامة	المجموعة الفعالة (الوظيفية)	مقطع التسمية	القانون العام	مثال
هاليدات الالكيل	$R-X$ $X=(Cl, Br, I)$	$-X$	يل	$C_nH_{2n+1}X$	CH_3Br بروميد المثيل
الكحولات	$R-OH$	$-OH$	ول	$C_nH_{2n+2}O$	CH_3CH_2-OH ايثانول
الايثرات	$R-O-R'$	$-OR'$ الكوكسيد	إيثر	$C_nH_{2n+2}O$	CH_3-O-CH_3 ثنائي مثيل ايثر
الالديهايدات	$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ الكاربونيل	آل	$C_nH_{2n}O$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ ايثانال
الكيتونات	$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R'$	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ الكاربونيل	ون	$C_nH_{2n}O$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$ بروبانون
الحوامض الكاربوكسيلية	$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H$ الكاربوكسيل	ويك	$C_nH_{2n}O_2$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ حامض الايثانويك
الاسترات	$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR'$	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR'$ استر	وات + اسم الالكيل	$C_nH_{2n}O_2$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_3$ مثيل ايثانوات
الامينات	$R-\overset{H}{\overset{\|}{N}}-H$ اولي $R-\overset{H}{\overset{\|}{N}}-R'$ ثانوي $R-\overset{R''}{\overset{\|}{N}}-R'$ ثالثي	$-NH_2$	امين	$C_nH_{2n+3}N$	$CH_3CH_2-NH_2$ اثيل امين

هاليدات الالكيل

مجاميع الالكيل : وهي المجاميع الناتجه من الالكان بعد حذف ذره هيدروجين H

$$(R - H) \xrightarrow{-H} R -$$

الكان ← الكيل

ض مجاميع الالكيل المشتقة من بعض الالكانات .

اسم الالكان	صيغته	مجموعة الالكيل المشتقة منه	اسم المجموعة
ميثان	CH_4	CH_3-	مثيل
ايثان	C_2H_6	C_2H_5-	اثيل
بروبان	C_3H_8	$CH_3-CH_2-CH_2-$	ن - بروبيل
بروبان	C_3H_8	$CH_3-\underset{\mid}{C}H-CH_3$	ايزو - بروبيل

هاليدات الالكيل :

وهي مركبات ناتجة من احلال ذرة هالوجين محل ذرة هيدروجين في الالكانات، لذلك تعد من مشتقات الالكانات.

س : تعد هاليدات الالكيل من مشتقات الالكانات.

ج / كونها ناتجة من احلال ذرة هالوجين محل ذرة هيدروجين في الالكانات

الصيغة العامة : R - X	المجموعه الوظيفية : X	القانون العام
حيث : R = مجموعه الكيل X = هالوجين	**هالوجين** = X (X = Cl – Br – I - F)	$C_nH_{2n} + 1$

التسميه القديمه (الشائعه) : اسم الهاليد + اسم الالكيل

مثال :

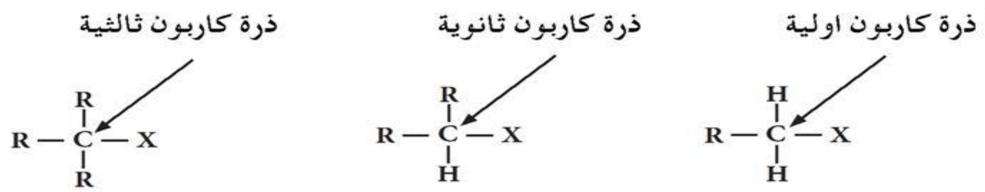
$CH_3 - Cl$	$CH_3- CH_2 - Br$	$CH_3- CH_2 - CH_2-I$	$CH_3- CH_2 - CH_2- CH_2 - F$
كلوريد المثيل	بروميد الاثيل	يوديد البروبيل	فلوريد البيوتيل

تصنيف هاليدات الالكيل :

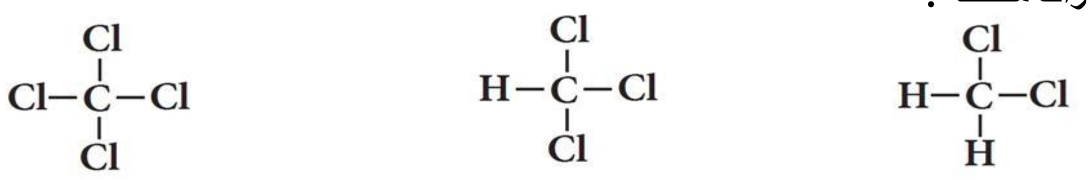
تصنف هاليدات الالكيل الى :

أ – أعتمادا على عدد مجاميع الالكيل المرتبطه بذره الكاربون الحامله للهالوجين (X)

1 - هاليدات الكيل أولية (1°) 2 - هاليدات الكيل ثانويه (2 °) 3 - هاليدات الكيل ثالثيه (3°)



ب - وهناك هاليدات الكيل اخرى يتم فيها استبدال اكثر من ذرة هيدروجين بذرات هالوجين وقد تكون على نفس الذرة او على ذرات مختلفة :



ثنائي كلورو ميثان ثلاثي كلورو ميثان (كلوروفورم) رباعي كلورو ميثان (رابع كلوريد الكاربون)

تسمية هاليدات الالكيل

تسمى هاليدات الالكيل حسب الطريقة النظامية (ايوباك IUPAC IUPAC)   وتتبع في ذلك الخطوات الاتية :

1 -نختار أطول سلسلة مستمرة لذرات الكاربون تحتوي ذرة هالوجين   (X = Cl – Br – I - F)
2- نرقم السلسله من الطرف الاقرب لذرة الكاربون الحاملة لذرة الهالوجين حيث تأخذ اصغرالارقام.

3 - نسمي الهالوجينات اولا (يراعى في تسلسل اسماء ذرات الهالوجين المختلفة حسب الحروف الابجدية (برومو – كلورو – يودو - فلورو) عند وجودها في نفس المركب)
4 – نسمي مجاميع الالكيل حسب تسلسلها في الحروف الابجديه (أثيل – بروبيل - بيوتيل – مثيل)
5- نسمي الالكان المقابل

تسمية هاليدات الالكيل : اسم الهالوجين + اسم الالكيل (ان وجد) + اسم الالكان

$^{4}CH_3 - {}^{3}CH_2 - {}^{2}CH(Cl) - {}^{1}CH_3$	$^{3}CH_3 - {}^{2}C(Br)_2 - {}^{1}CH_3$	$^{4}CH_3 - {}^{3}CH(Cl) - {}^{2}CH(Br) - {}^{1}CH_3$
2 - كلورو بيوتان	2 , 2- ثنائي برومو بروبان	2 - برومو-3 - كلورو بيوتان

$^{3}CH_3 - {}^{2}CH(Cl) - {}^{1}CH_2(Cl)$	$^{3}CH_3 - {}^{2}C(I)(CH_3) - {}^{1}CH_3$	$^{4}CH_3 - {}^{3}CH(CH_3) - {}^{2}CH_2 - {}^{1}CH_2(Br)$
1, 2 - ثنائي كلورو بروبان	2- يودو-2 - مثيل بروبان	1- برومو 3 - مثيل بيوتان

تمرين 7 - 3 :   1) ارسم الصيغة البنائية لكل مما يأتي ثم صنفها الى اوليه وثانويه وثالثيه :
أ - 1 ، 1 - ثنائي كلورو ايثان   ب - 2- برومو - 2 - يودو هكسان   ج – 2 – يودو - 2- مثيل بيوتان
2 – اكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي :
أ – $CHCl_3$ ب – $CH_2(Br) - CH(Cl) – CH_3$

تحضير هاليدات الالكيل

أ - اضافة هاليد الهيدروجين H X الى الالكين : (الطريقه الاولى)
تتم الاضافه حسب قاعده ماركوفينكوف
قاعدة ماركوفنيكوف : عند اضافة الكاشف غير المتناظر الى مركبات الآصرة المزدوجة غيرالمتناظرة فأن أيون الهيدروجين(الأيون الموجب) من الكاشف يهاجم ذرة كاربون الآصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاكبر من ذرات الهيدروجين وتكوين ايون الكاربونيوم الاكثر استقراراً.

عند تفاعل هاليد الهيدروجين H X والذي يشمل (HI و HCl و HBr) مع الالكين ستضاف ذرة الهيدروجين الى احدى ذرتي كاربون الاصرة المزدوجة وذرة الهالوجين الى ذرة كاربون الاصرة المزدوجة الاخرى لينتنج عن ذلك هاليدالالكيل، ويعتبر هذا التفاعل من **تفاعلات الاضافة الالكتروفيلية(الباحثة عن الالكترونات)**
يحصل هذا النوع من التفاعلات في المركبات التي تحتوي على أواصر كاربون - كاربون مزدوجة وثلاثية

تفاعلات الاضافة الالكتروفيلية : نوع من التفاعلات التي يتم من خلالها مهاجمه كاشف باحث عن الالكترونات (الكتروفيل) الى مركب يحتوي على اصره مزدوجه وثلاثيه
النيوكليوفيل : هو كاشف باحث عن النواة لانه غني بالالكترونات (تمتلك **مزدوج واحد او اكثر من الالكترونات**) غير المتآصرة.
الالكتروفيل :هو كاشف باحث عن الالكترون(فقير بالالكترونات)لانه يمتلك اوربيتال فارغ مهيأ لاستقبال مزدوج الكتروني.
وزاري 2015/3 : عرف الكاشف الالكتروفيلي

تحضير هاليد الالكيل

الكين متناظر

هي الالكينات التي تكون فيها ذرات الكاربون على طرفي الاصره المزدوجه متساويه (متشابهه)

$CH_2=CH_2$ و $CH_2\text{-}CH=CH\text{-}CH_2$

الكين غير متناظر

هي الالكينات التي تكون فيها ذرات الكاربون على طرفي الاصره المزدوجه غيرمتساويه (غيرمتشابهه)

$CH_2\text{-}CH = CH\text{-}CH_2\text{-}CH_3$

س : حضر كل مما يأتي :

1) كلورو ايثان من الاثيلين(ايثين)

2) س وزاري 2014 (تمهيدي) حضر برومو بروبان من الكين مناسب

الحل /

1) $CH_2 = CH + H\text{–}Cl \longrightarrow CH_3 \text{–}CH_2\text{–} Cl$

اثيلين ← كلورو ايثان

2) $CH_3 – CH= CH_2 + H\text{–}Br \longrightarrow CH_3 – CH(Br)– CH_3$

بروبين ← 2 - برومو بروبان

ميكانيكية التفاعل :

أ – ميكانيكية اضافه كلوريد الهيدروجين الى الاثيلين (ايثين)

الخطوه الاولى : $H\text{- }Cl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

الكتروفيل ، نيوكليوفيل

الخطوه الثانيه : $H^+ + CH_2 = CH_2 \longrightarrow CH_3 - \overset{+}{C}H_2$

ايون كاربونيوم

الاصره المزدوجه تكون ذات كثافه الكترونيه تبحث عن النواه (بروتون)

الخطوه الثالثه : $CH_3 – \overset{+}{C}H_2 + Cl \longrightarrow CH_3 – CH_2Cl$

كلوريد الاثيل

ب –

س وزاري عند تفاعل HBr الى 1 – بروبين يكون الناتج هو 2 –بروموبروبان وليس 1- برومو بروبان

ج / لان اضاف ايون الهيدروجين من الكاشف HBr الى البروبين تتم حسب قاعده ماركوفنيكوف حيث يتكون ايون ايون كاربونيوم(°2) (اكثر استقرار) وبذلك يكون الناتج 2 –برومو بروبان

ميكانيكيه اضافة برومو بروبان الى البروبين

الخطوه الاولى : $H\text{- }I \longrightarrow H^+ + Br^-$

الكتروفيل ، نيوكليوفيل

الخطوه الثانيه :

$H^+ + CH_2 = CH– CH_3 \longrightarrow$

$CH_3 - \overset{+}{C}H - CH_3$ ايون كاربونيوم(°2) (اكثر استقرار)

$\overset{+}{C}H_2 – CH_2 – CH_2$ ايون كاربونيوم (°1) (اقل استقرار) (1 - يودو بروبان)

الخطوه الثالثه : $CH_3 – \overset{+}{C}H – CH_3 + Br^- \longrightarrow CH_3 – CH(Br) – CH_3$

2 - برومو بروبان

ملاحظة :

ان أيون الكاربونيوم الثالثي (° 3) اكثر استقراراً من أيون الكاربونيوم (°2) والاخير اكثر استقراراً من ايون الكاربونيوم الاولي (°1)

طرق أخرى لتحضير هاليدات الالكيل

ب – من تفاعل الكحول مع ثلاثي هاليد الفسفور (الطريقه الثانيه) (راجع الخواص الكيميائيه للكحولات)

من تفاعل الكحول الاولي اوالثانوي مع ثلاثي هاليد الفسفور PX_3 لنحصل على هاليدالالكيل المقابل كما في التفاعل العام

$$3\,R\text{-}OH + PX_3 \longrightarrow 3R\text{-}X + H_3PO_3$$

ج – تتفاعل الكحولات (الثالثيه والثانويه) مع هاليد الهيدروجين H X لانتاج هاليدات الالكيل المقابله (راجع الخواص الكيميائيه للكحولات)

تمرين 7 – 4 : س وزاري - 2016: أكتب تفاعل أضافه HCl مره الى 1- بيوتين واخرى الى 2 – بيوتين

تمرين 7 – 5 : أكتب المعادلات الكيميائيه التي تحقق التفاعلات التاليه :

1 - تحضير (2 - بروموبيوتان) من الالكين مناسب

2 – أضافه حامض الهيدروكلوريك HCl الى (2 - مثيل بروبين)

س وزاري 2015/2 (خارج العرق) : عند تفاعل HBr الى 1 – بيوتين يكون الناتج هو 2 –بروموبيوتان وليس 1- بروموبيوتان

الخواص الفيزيائية

-1 هاليدات الالكيل CH_3CH_2Cl و CH_3Br و CH_3Cl هي غازات في درجة حرارة الغرفة وهاليدات الالكيل الاخرى فهي سوائل عديمة اللون الى غاية C18 فهي مواد صلبة عديمة اللون.

2 - لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية (علل)

ويرجع ذلك لعدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع الماء.

الخواص الكيميائية

تكون الاصرة بين ذرتي الكاربون والهالوجين (C-X) في هاليدات الالكيل ذات صفة قطبية (علل)

ج / بسبب الكهرسلبية العالية لذرة الهالوجين نسبة الى الكهرسلبية لذرة الكاربون،
فذرة الهالوجين (تحمل شحنة جزئية سالبة) وذرة الكاربون (تحمل شحنة جزئية موجبة)
وتختلف قطبية هذه الاصرة بحسب نوع ذرة الهالوجين ففي حالة اليود يكون الاستقطاب ضعيف جداً .

س : تعتبر تفاعلات التعويض النيوكليوفيلية من اكثر تفاعلات هاليدات الالكيل اهمية

ج /لان استقطاب الاصرة يكون كبيرا فذرة الهالوجين (تحمل شحنة جزئية سالبة) وذرة الكاربون (تحمل شحنة جزئية موجبة) فتتعرض للهجوم من قبل النيوكليوفيل(كواشف باحثة عن النواة) وبذلك يمكن تحضير مركبات عضويه ذات مجموعات فعاله

$$Nu^{-}: + R - \overset{\delta+}{CH_2} - \overset{\delta-}{X} \longrightarrow R - CH_2\,Nu + X^{-}:$$

نيوكليوفيل — هاليد الكيل — ناتج التعويض — مجموعة مغادرة

ملاحظه : من المجموعات النيوكليوفيلية (CN^- - OH^- - NH_3 - $RCOO^-$)

ومن تفاعلات التعويض النيوكليوفيلية :

أ - تفاعل هاليد الالكيل مع محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH: (تكوين كحولات)

يعطي هذا التفاعل الكحولات حيث يتم تعويض(استبدال) ذرة الهالوجين بمجموعة الهيدروكسيل (OH -) وحسب المعادلات التاليه

$$CH_3I + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3OH + KI$$

يوديد المثيل — كحول المثيل

س : اكتب معادلة تفاعل محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH المائى مع بر ومو ايثان (بروميد الاثيل)

$$CH_3 - CH_2 - Br + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3 - CH_2OH + K\,Br$$

برومو ايثان — كحول أيثانول

ب – تفاعلات هاليدات الالكيل مع KOH الكحولي (تفاعلات الحذف) (تكوين الكين)

تعتمد التفاعلات الحذف على قاعدة ستيزف

قاعدة ستيزيف للحذف : الايون الموجب H^+ يسحب من ذرة الكاربون الحاملة اقل عدد من ذرات الهيدروجين المجاورة لذرة الكاربون التي يسحب منها الايون السالب.

مثال : يتفاعل هاليد الالكيل مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي لانتاج الالكين .يتضمن هذا التفاعل حذف جزيء HX من هاليدات الالكيل وهي احدى طرائق تحضير الالكينات مثال ذلك :

$$\underset{\text{بروموايثان}}{\overset{H\qquad Br}{CH_2 - CH_2}} + KOH \xrightarrow{C_2H_5OH} \underset{\text{ايثين (الاثيلين)}}{CH_2 = CH_2} + KBr + H_2O$$

س : اكتب معادله تفاعل هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي مع بروميد بروبان

$$\underset{\text{برومو بروبان}}{CH_3 - CH_2 - CH_2 - Br} + KOH \xrightarrow{C_2H_5OH} \underset{\text{بروبين}}{CH_3 - CH_2 = CH_2} + KBr + H_2O$$

ج – التفاعل مع فلز المغنسيوم (تكوين كاشف كرينارد)

تتفاعل هاليدات الالكيل مع فلز المغنيسيوم Mg في وسط الايثر الجاف الخالي من الرطوبة لتنتج كاشف كرينيارد والذي تحضر منه الالكانات

$$\underset{\text{يودو ميثان}}{CH_3I} + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} \underset{\text{يوديد مغنسيوم المثيل (كاشف كرينيارد)}}{CH_3MgI}$$

س : من هاليد الكيل مناسب حضر كاشف كرينيارد

ج /

$$\underset{\text{برومو ايثان}}{CH_3 - CH_2Br} + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} \underset{\text{بروميد مغنسيوم الاثيل (كاشف كرينيارد)}}{CH_3 - CH_2MgBr}$$

تمرين 7 – 6 : وضح بالمعادلات الكيميائيه ماذا يحدث عند مفاعله :

1 – محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في محلولها المائي مع 2 – كلورو – 2 – مثيل بروبان

2– محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH الكحولي مع 1– برومو – 3– اثيل بنتان

س 19-7 : مبتدئا من الاثيلين $CH_2=CH_2$ بين بالمعادلات تحضير ب – اثيل كلوريد المغنسيوم

س وزاري 2014 : أكتب تفاعلات برومو أيثان مع KOH مره في وسط مائي ومره في وسط كحولي

س وزاري- 2016 (تمهيدي) : مفاعلة المحلول المائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH مع كلورو أيثان

الكحولات : R - OH

مركبات هيدروكاربونية تحتوي **مجموعة هيدروكسيل** كمجوعه **وظيفيه** مرتبطة بذرة كاربون مشبعة .
(والكحول يشبه الماء H- OH في الخواص الكيميائيه والفيزيائيه نظرا لوجود مجموعه الهيدروكسيل OH)

القانون العام :	المجموعه الوظيفيه :	الصيغه العامه : R - OH
$C_nH_{2n+2}O$	OH = تسمى مجموعه الهيدروكسيل	حيث : R = مجموعه الكيل

التسميه القديمه (الشائعه) :

التسميه الشائعه : اسم الكحول + اسم الالكيل

مثال :

$CH_3 - OH$	$CH_3- CH_2 - OH$	$CH_3- CH_2 - CH_2- OH$	$CH_3- CH_2 - CH_2- CH_2 - OH$
كحول المثيل	كحول الاثيل	كحول البروبيل	كحول البيوتيل

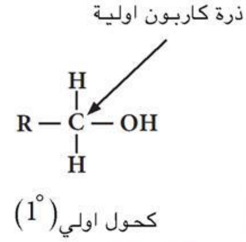
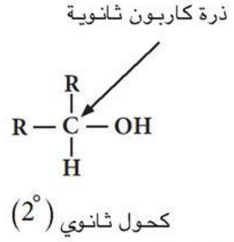
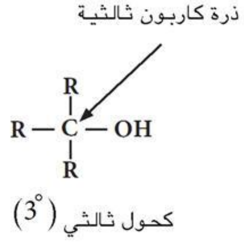
تصنيف الكحولات :

تصنف الكحولات الى :
أ – أعتمادا على عدد مجاميع الهيدروكسيل

نوع الكحول	التعريف	مثال
كحولات احاديه (الاكثر شيوعا)	**كحول يحتوي على مجموعه OH واحده**	كحول الاثيل $CH_3- CH_2 – OH$
كحولات تنائيه الهيدروكسيل	**كحول يحتوي على مجموعتي OH**	اثلين كلايكول **(ثنائي الهيدروكسيل)** $CH_2 - OH$ / $CH_2 - OH$
كحولات تنائيه الهيدروكسيل	**كحول يحتوي على ثلاث مجاميع OH**	الكليسيرين **(ثلاثي الهيدروكسيل)** $CH_2 – OH$ / $CH_2 – OH$ / $CH_2 – OH$

ب – حسب ارتباط مجموعه الهيدروكسيل بذره الكاربون

1 -فاذا كانت اوليه فالكحول اولي(1°)   2 - واذا كانت ثانويه فالكحول ثانوي (° 2)
3 - واذاكانت ثالثيه فالكحول ثالثي (3°)

انواع الكحول	كحول اولي (1°)	كحول ثانوي (2 °)	كحول ثالثي (3°)
الصيغه العامه			
مثال	**$CH_3 – CH_2 – CH_2 - OH$** **1 - بروبانول**	**$CH_3 – CH(CH_3) - OH$** **2- بروبانول**	**$CH_3 – C(CH_3)_2 - OH$** **2- مثيل - 2 - بروبانول**

تسميه الكحولات حسب الطريقة النظامية (ايوباك IUPAC)

ونتبع في ذلك الخطوات الاتية :

1 -نختار أطول سلسلة مستمرة لذرات الكاربون تحتوي مجموعه الهيدروكسيل (OH)
2- نرقم السلسله من الطرف الاقرب لذرة الكاربون الحاملة لذرة الهيدروكسيل حيث تأخذ اصغرالارقام.
3 - تكون التسمية بالاعتماد على عدد ذرات كاربون السلسلة المختارة حيث يتم اعطاء اسم الالكان المقابل واضافة المقطع (ول)
4 – تحديد عدد التفرعات والمجاميع المعوضة الاخرى وموقعها في السلسلة ان وجدت

رقم واسم التفرع الاعضوي + رقم واسم التفرع العضوي (مجاميع الالكيل) + رقم مجموعه OH + اسم الالكان المقابل +المقطع (ول)

امثله :

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$	$CH_3 - CH(CH_3) - OH$	$^{1}CH_3 - {}^{2}CH(OH) - {}^{3}CH(Br) - {}^{4}CH_3$
1 - بروبانول	2- بروبانول	3 - برومو-2 - بيوتانول

$Cl - {}^{3}CH_2 - {}^{2}CH_2 - {}^{1}CH_2 - OH$	$CH_3 - C(CH_3)_2 - CH(OH) - CH(CH_3) - CH_3$	$CH_3 - CH_2 - CH(CH_2 - CH_2 - CH_3) - CH_2 - CH_2 - OH$
3 - كلورو – 1 - بروبانول	**2،2، 4 - ثلاثي مثيل - 3 - بنتانول**	3 – اثيل – 1- هكسانول

تمرين 7 - 7 أ - اكتب الاسم النظامي لكل من المركبات التاليه :

$CH_3 - CH(OH) - CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$ $\qquad CH_3 - CH(CH_3) - OH$ $\qquad CH_3 - C(CH_3)_2 - OH$

ب - اكتب الصيغة البنائية لكل مما يأتي :

1) 2مثيل - 2 - هكسانول 2) 2، 2 - ثنائي مثيل - 1 - بيوتانول 3) 3- مثيل - 3 - بنتانول

تحضير الكحولات

أ - اضافة جزيء ماء الى الالكين : (الطريقه الاولى)

تحصل عملية اضافة جزيء ماء الى الالكين بوجود حامض الكبريتيك المركزالساخن كعامل مساعد، حيث :
1 - يتفاعل حامض الكبريتيك مع الالكين ليكون كبريتات الالكيل الهيدروجينية(حسب قاعدة ماركوفنيكوف عند الاضافة)
2- تتحلل كبريتات الالكيل الهيدروجينية مائياً لتعطي الكحول المقابل واعادة تكوين حامض الكبريتيك :

س : أكتب تفاعل اضافه الماء الى 1 – بروبين مع كتابه ميكنيكيه التفاعل

الحل /

$$CH_3 - CH{=}CH_2 + H{-}OH \xrightarrow[\Delta]{H2SO4} CH_3 - CH(OH) - CH_3$$

بروبين — 2 - بروبانول

ميكانيكيه التفاعل :

الخطوه الاولى :

$$CH_3 - CH{=}CH_2 + H^{+}\ {}^{-}OSO_3H \longrightarrow CH_3 - CH(OSO_3H^{-}) - CH_3$$

بروبين — مركز — كبريتات - 2 بروبيل الهيدروجينية

الخطوه الثانيه :

$$CH_3 - CH(OSO_3H^{-}) - CH_3 + H{-}O{-}H \longrightarrow CH_3 - CH(OH) - CH_3 + H_2SO_4$$

2- بروبانول — مخفف

علل : تحل مجموعه OH محل مجموعه OSO_3H عند تحلل كبريتات الالكيل الهيدروجينية

ج / لان مجموعه OHاكثر قاعدية واكبر تركيزاً من الثانية .

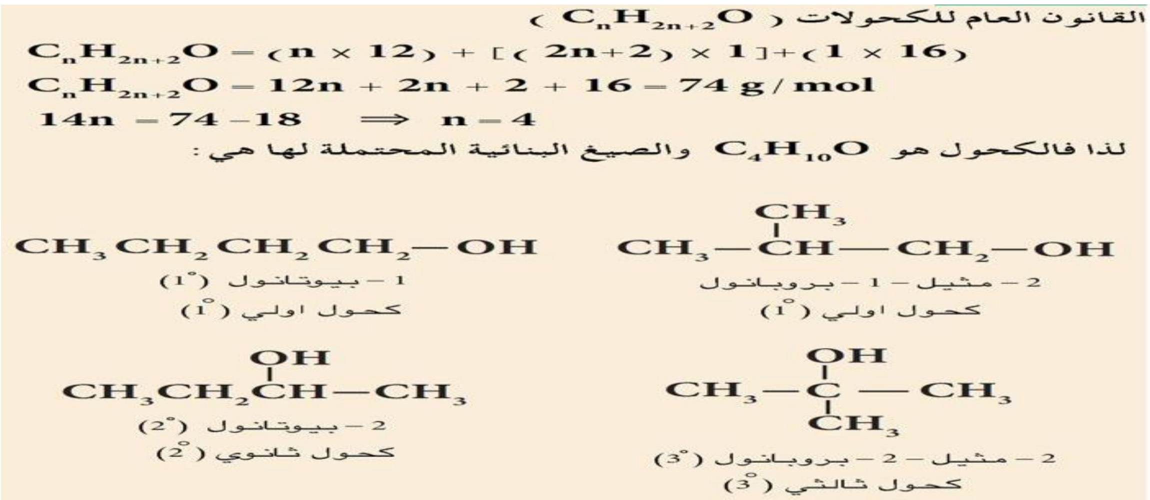
س : تعتبر عملية تحضير الكحولات بهذه الطريقة العامة مهمه علل ؟

ج / لانها الطريقه التجارية لتحضير الكحولات .

ب – من تفاعل هاليد الالكيل مع محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم (راجع التفاعلات الكيميائيه لهاليدات الالكيل)
ج - هدرجه واختزال الالديهايدات والكيتونات الى **الكحولات**
الالديهايدات تعطي كحولات اولية والكيتونات تعطي كحولات ثانوية **(راجع تفاعلات اختزال الالديهايدات والكيتونات)**.
د - اختزال الحوامض الكاربوكسيلية (راجع تفاعلات اختزال الحوامض الكاربوكسيليه)
ه - التحلل المائي للاستر (راجع التفاعلات الكيميائيه للاستر)

مثال 7 – 4 : وزاري 3/2014 ما هي الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات الكتلة المولية 74 g / mole علماً ان الكتل الذرية للذرات كالاتى O = 16 , C = 12 , H = 1

الحل /


القانون العام للكحولات ($C_nH_{2n+2}O$)

$C_nH_{2n+2}O = (n \times 12) + [(2n+2) \times 1] + (1 \times 16)$

$C_nH_{2n+2}O = 12n + 2n + 2 + 16 = 74\ g/mol$

$14n = 74 - 18 \Rightarrow n = 4$

لذا فالكحول هو $C_4H_{10}O$ والصيغ البنائية المحتملة لها هي :

تمرين 7 – 8 : اكتب الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات الكتل المولية 88 g / mole ؟

تمرين 7 – 9 : حضر 1) 2 – بيوتانول من 1 – بيوتين 2) الايثانول من الاثيلين

س 7-3 : اكتب المعادلات الكيميائية التي تمثل تحضير المركبات التالية من المادة الاولية المذكورة واي مواد اخرى مناسبة : أ - 1) بروبانول من - 1 كلورو بروبان . ب) الايثانول من الايثين.

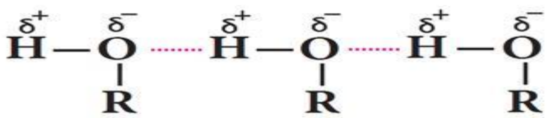
س 7-4 :يتوافر في المختبر كل من المركبين 1 – كلورو بيوتان و 1 – بيوتين ايهما تختار لتحضير 1 – بيوتانول ؟

س 7 - 8 : أكتب المعادلات الكيميائيه التي تعبر عن التفاعلات الاتيه :
2) مبتدئا بالميثانول حضر الايثانول . (ملاحظة :راجع على ا الكيميائية للحوامض الكاربوكسيلية)

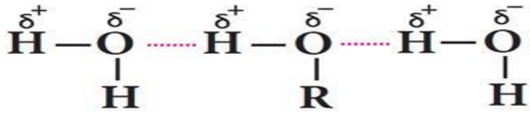
وزاري 3/2014 كحول عدد ذرات الكاربون فيه تساوي 4 ماهو وماهي متجانساته

الخواص الفيزيائية

1 - تمتاز الكحولات ذات الكتل المولية الصغيرة بانها سوائل ذات سمية،عديمة اللون وذات رائحة مميزة،
2 - وتكون درجات غليان الكحولات عاليةجداً نسبة الى الالكانات المقابلة لها (علل)
ويعود السبب الى قابلية الكحولات على تكوين اواصر هيدروجينية بينية (بين جزيئاتها).



3 - كما تمتزج الكحولات(C_1- C_3)الثلاثه الاولى من بشكل تام مع الماء بسبب قابلية جزيئاتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء.



س : تتناقص قابليه ذوبان الكحولات في الماء مع ازدياد وزنها الجزيئي
ج / وذلك بسبب ازدياد حجم مجموعه الالكيل فيزداد تنافرها مع جزيئات الماء وبالتالي يقل امتزاجها في الماء

الخواص الكيميائية

تعد مجموعه الهيدروكسيل **OH هي المجموعه الوظيفيه** في الكحولات R-O-H
ويسلك الكحول سلوك **قاعده لويس** بسبب المزدوجات الالكترونيه على ذره الاوكسجين O
علل : لاتصنف مجموعه OH الكحوليه ضمن القواعد القويه ج / لانها لاتتأين لتعطي ايون الهيدروكسيد OH

أنواع التفاعلات الكيميائية للكحولات

أ ـ حامضيه الكحولات : (كسر الاصره بين الاوكسجين والهيدروجين O- H)

1 ـ التفاعل مع الفلزات القويه (Na - K) (كسر الرابطه بين الاوكسجين والهيدروجين O - H)

تتفاعل الكحولاتR -OH مع فلز الصوديوم Na أو البوتاسيوم K مكونة الكوكسيدات مع تحرر غاز الهيدروجين

س : اكتب تفاعل فلز الصوديوم مع الايثانول او / من الايثانول حضر ايثوكسيد الصوديوم

$$2\ CH_3–CH_2–O–H\ +\ 2Na \longrightarrow 2\ CH_3CH_2O^-Na^+\ +\ H_2$$

الايثانول — ايثوكسيد الصوديوم

2 – تفاعل الكحولات مع الحوامض الكاربوكسيليه لتكوين الاسترات (راجع الخواص الكيميائيه للحوامض الكاربوكسيليه)

ملاحظه :تسلك الكحولات R – OH في هذاالتفاعل سلوك حامض بسبب ارتباط ذره الهيدروجين H بذره الاوكسجينO

برابطه قطبيه $R – \overset{\delta^-}{O} –\overset{\delta^+}{H}$ حيث الأوكسجين أكثر سالبية من الهيدروجين في مجموعة الهيدروكسيل وبذلك تزاح إلكترونات الرابطة ناحية الأوكسجين وبالتالى يسهل كسر هذه الرابطة فيحل الفلز محل الهيدروجين.

ب – التفاعلات الخاصه بمجموعة OH (بكسر الاصره بين الاوكسجين والكاربون C - O)

1 – تفاعل الكحولات مع PCl_3 و PCl_5 لتكوين هاليدات الالكيل (كسر الرابطه بين الاوكسجين والكاربون C - O

تتفاعل الكحولات R -OH مع ثلاثي كلوريد الفسفور PCl_3وخماسي كلوريد الفسفور PCl_5 لتكوين هاليدات الالكيلR-X

$$R\text{-}OH\ +\ PX_5 \longrightarrow R\text{-}X\ +\ POCl_3\ +HCl$$
$$3\ R\text{-}OH\ +\ PX_3 \longrightarrow 3R\text{-}X\ +\ H_3PO_3$$

س وزاري 2013 (تمهيدي) : مبتدأ بالايثانول حضركلوريد الاثيل

$$CH_3–CH_2–OH\ +\ PCl_5 \xrightarrow{\text{بيريدين}} CH_3–CH_2–Cl\ +\ POCl_3\ +\ HCl$$

الايثانول — كلوريد الاثيل

أو

$$3\ CH_3–CH_2–OH\ +\ PCl_3 \xrightarrow{\text{بيريدين}} 3\ CH_3–CH_2–Cl\ +\ H_3PO_4$$

الايثانول — كلوريد الاثيل

2 – تفاعل الكحولات مع هاليدالهيدروجين لتكوين هاليدات الالكيل المقابله

تتفاعل الكحولات (الثانويه والثالثيه)مع هاليدالهيدروجين HX لتكوين هاليدات الالكيل المقابله R-X

$$R – OH\ +\ HX \longrightarrow R\text{-}X\ +\ H_2O$$ **(استبدال الهالوجين بمجموعه OH)**

ملاحظه : تسلك الكحولات R – OH في هذاالتفاعل **سلوك قاعده** بسبب وجود مجموعه الهيدروكسيل OH حيث تتفاعل الكحول مع الحوامض H-X لتكوين هاليدات الالكيل R-X والماء

كاشف لوكاس : HCl / $ZnCl_2$ (التميز بين الكحولات)

هو مزيج من كلوريد الهيدروجين بوجود كلوريد الخارصين يستعمل للتمييز بين الكحولات الاولية والثانوية والثالثية
حيث تتفاعل **الكحولات الثالثية** مباشرة مع هذا الكاشف مكونة عكرة في المحلول نتيجة لتكون هاليد الالكيل غير الذائب في وسط التفاعل
واما **الكحولات الثانوية** فيستغرق تفاعلها مع كاشف لوكاس(وتكون عكرة في المحلول)عادة حوالي 5 دقائق ،
بينما لا تفاعل **الكحولات الاولية** مع هذا الكاشف عند درجة حرارة الغرفة.
كما وتعتمد سرعة التفاعل على نوع هاليد الهيدروجين وكما يأتي : HI > HBr > HCl

مثال 7 – 5 : س وزاري 2016/2 خ ميز كيميائياً بين 1- بروبانول و 2 - بروبانول و 2 - مثيل - 2 - بروبانول

الحل / **نعامل الكحول مع كاشف لوكاس فعند ظهورعكره في المحلول مباشره فيدل ذلك ان الكحول هو 2 - مثيل - 2 -بروبانول**

$$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{OH}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-CH_3 + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3-\underset{CH_3}{\overset{Cl}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-CH_3 + H_2O$$

2 - مثيل 2 - بروبانول   2 - كلورو- 2 - بروبانول

عند ظهور عكره في المحلول بعد حوالي (5 -2 دقائق) فيدل ذلك ان الكحول هو 2 - بروبانول

$$CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{C}H}-CH_3 + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3-\overset{Cl}{\overset{|}{C}H}-CH_3 + H_2O$$

2 - بروبانول   2- كلورو بروبان

اما عند عدم ظهور عكره في المحلول يدل علن ان هذا الكحول هو 1 - بروبانول

$$CH_3-CH_2-CH_2OH + HCl \longrightarrow N.R$$

1 - بروبانول   لايحدث تفاعل

أسئلة وزارية

س وزاري 2015 : كييف تميز كيميائياً بين 1- بروبانول و 2 - بروبانول

س وزاري 2015 (نازحين) : ما هي الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات الكتلة المولية 74 g / mole وايهما يستجيب لكاشف لوكاس علماً ان الكتل الذرية للذرات كالاتي H = 1 , C = 12 , O = 16

س وزاري- 2016 : يستخدم كاشف لوكاس للتميز بين ------------------

ج - نزع جزيئة الماء من الكحولات لتكوين الالكينات

س : أكتب تفاعل تسخين الايثانول CH_3-CH_2-OH مع حامض الكبريتيك المركز

$$CH_3-CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4\ \text{مركز}} CH_2=CH_2 + H_2O$$

حيث يقوم حامض الكبريتيك المركز(بنزع جزيئه الماء) في درجة حرارة (170°C) مكوناً الاثيلين.

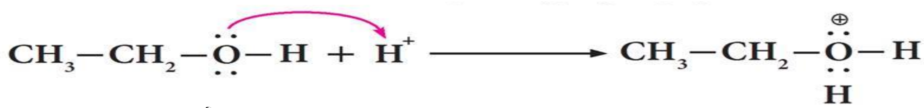
ميكانيكية التفاعل

تتضمن ميكانيكية التفاعل سحب مجموعة OH من ذرة الكاربون مع ذرة هيدروجين من ذرة الكاربون المجاورة لذرة الكاربون التي تحمل OH والتي تحمل اقل عدد من ذرات الهيدروجين

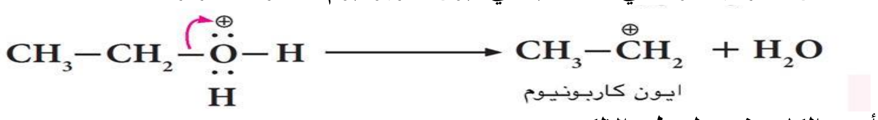
قاعدة ستيزيف للحذف : الايون الموجب H^+ يسحب من ذرة الكاربون الحاملة اقل عدد من ذرات الهيدروجين المجاورة لذرة الكاربون التي يسحب منها الايون السالب.

ميكانيكية التفاعل

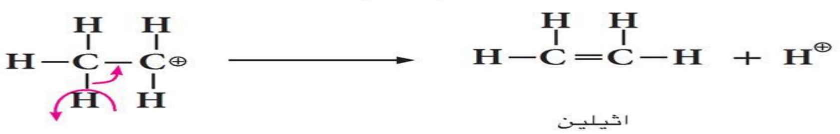
1 – اضافة بروتون الى جزيء الكحول :



2- نزع او حذف جزيء ماء من المركب الوسطي اعلاه ليعطي ايون كاربونيوم الاكثر استقراراً :



3 - فقدان بروتون من أيون الكاربونيوم ليعطي الالكين :



اثيلين

تمرين 7 – 10 : وزاري- 2016 (خ) : عند سحب جزيء ماء من 2 - بيوتانول يكون الناتج 2 - بيوتين وليس1 - بيوتين ، علل ذلك.

س واجب : اختر الاجابة الصحيحة :عند تسخين الايثانول CH_3-CH_2-OH مع حامض الكبريتيك المركز ينتج المركب العضوي :

أ) $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ ب) $CH_2=CH_2$ ج) CH_3-COOH د) CH_3-CH_3

س واجب : الغاز الناتج من تفاعل فلز الصوديوم مع كحول الايثانول :

أ) CO_2 ب) O_2 ج) CO   د) H_2

د – الاكسدة (تفاعلات خاصه بمجموعه الكاربونيل)

الاكسدة [O] : نزع ذرتي H من الكحول الاولي او الثانوي
تتأكسد الكحولات اعتمادا على نوع الكحول بفعل العوامل المؤكسده $K_2Cr_2O_7 / H_2SO_4$ أو $KMnO_4 / H_2SO_4$
يعتبر هذا التفاعل

أ - كطريقة أخرى للتمييز بين انواع الكحولات
ب – كطريقه للتميز بين الكحولات والالكانات (س 7 – 2)

س : ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات الاتية :
1) أيثانول   2) 2 - بروبانول   3) 2 - 2 مثيل 2 – بروبانول

أ – يتأكسد الكحول الاولي (1^o) **الى ألديهايد أولا** ثم الى **حامض كاربوكسيلي ثانيا** اذا كانت الاكسده تامه

$$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7\ /\ H} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{[O]} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

ايثانول (**كحول اولي**)   الديهايد   **حامض عضوي**

نلاحظ ان عمليه الاكسده في المرحله الاولى قدتمت بنزع ذره H من مجموعه OH و ذره H من ذره الكاربون التي تحمل تلك المجموعه . وفي المرحله الثانيه تم اضافه ذره O
ب - اما الكحول الثانوي فانه يتأكسد الى الكيتون المقابل

$$CH_3-\underset{}{\overset{OH}{\overset{|}{CH}}}-CH_3 \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7\ /\ H} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

2 - بروبانول   **بروبا نون**

ج - لا تتأكسد الكحولات الثالثية بسبب استقرارية مركباتها (علل)
ج / لان ذرة الكاربون الحاملة لمجموعة OH خالية من ذرة الهيدروجين.

$$CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{\overset{OH}{\overset{|}{C}}}}-CH_3 \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7\ /\ H} N\,.\,R$$

2 - مثيل 2 – بروبانول   **عدم حدوث تفاعل**

تمرين 7 – 11 : ما ناتج الاكسدة التامة للمركبات الاتية :
1) 1 - بيوتانول   2) 2 - بيوتانول   3) 2 - 2 مثيل 2 – بروبانول

تمرين 7 – 12 : مركب عضوي يحتوي على اربع ذرات كاربون يستجيب لكاشف لوكاس وعند اكسدته يعطي كيتون . اكتب التفاعلات اعلاه وما صيغته البنائية.

س 7 – 2 : انبوبتا اختبار تحتويان على سائلين غير ملونين في احداهما 1 - هكسانول وفي الاخرى هكسان، كيف تميز بين السائلين؟

س 7 - 9 : س وزاري 2015 (تمهيدي) مركب مركب عضوي قانونه العام $C_nH_{2n+2}O$ كتلته الموليه (60g /mol) لايستجيب لكاشف لوكاس ولكنه يتأكسد تماما . أكتب الصيغه الجزئيه والتركيبيه . ثم اذكر التفاعل مع تسميه النواتج وكتابه القانون العام والمجموعه الفعاله لكل ناتج .

س 7 – 10 : فرع(2) المركب الناتج من اكسدة المركب 2 - بروبانول باستخدام $K_2Cr_2O_7$ في وسط حامضي هو :
أ) بروبانال   ب) بروبانون   ج) بروبين   د) حامض البروبانويك

س 7 - 15 : اكتب الاسم والصيغة البنائية للكحول الذي يتأكسد ليعطي :
أ) ايثانال   ب) 2 - مثيل بروبانال   ج) 2 - بيوتانون

س 7 - 21 : عبر بصيغ تركيبيه وبالمعادلات التحلل المائي للبروبين بوجود حامض الكبريتيك ثم أكسده الناتج

س وزاري 3/2016 ما هي ناتج الاكسدة التامة للبروبانول

الايثرات : $R^{-} – O – R$

مركبات عضويه تحتوي ذره أوكسجين مرتبطه بمجموعتي الكيل باصريتين تساهميتين مفردتين

القانون العام : $C_nH_{2n+2}O$ **(يشبه القانون العام للكحولات)**	**المجموعه الوظيفيه :** **مجموعه** $C – O – C$	**الصيغه العامه :** $R^{-} – O – R$ حيث : R = مجموعه الكيل O = ذره اوكسجين

أقسام الايثرات

1 – الايثرات المتماثلة : تكون فيها مجموعتي الالكيل متناضره $R^{-} = R$

2 – الايثرات غيرمتماثلة : تكون فيها مجموعتي الالكيل غير متشابهتين $R^{-} \neq R$

التسميه القديمة (الشائعة) :

التسميه الشائعة : اسم مجموعتي الالكيل المرتبطتين بذره O + اسم ايثر

مثال :

$CH_3 – O – CH_3$	$CH_3 – O – CH_2 – CH_3$	$CH_3 – CH_2 – CH_2 – O – CH_2 – CH_3$
ثنائي مثيل ايثر	اثيل مثيل ايثر	اثيل بروبيل ايثر

تسميه الايثرات حسب الطريقة النظامية (ايوباك IUPAC)

تسمى الايثرات بإسم الكوكسي الكان وحسب الطريقة النظامية الايوباك (IUPAC) ونتبع في ذلك الخطوات الاتية :

1 - تسمى (المجموعة الاكبر) المرتبطه بذرة الاوكسجين ونعتبرها السلسلة الام . ونسميها الكان R

2 - نرقم السلسلة الام من الطرف الاقرب لذرة الكاربون المرتبطة بذرة الاوكسجين.

3 – تسمى مجموعه الالكيل الاخرى المرتبطه (بذره الاوكسجين O) RO باسم الكوكسي

R O –R

كوكسي الكان

4- نكتب موقع واسم التفرعات الاخرى ان وجدت، وعلى الصورة الاتية :

رقم واسم التفرع + رقم ذره الكاربون المتصل بالمجموعه (RO) + اسم مجموعه الكوكسي (RO) + اسم الالكان وفق اطول سلسله

امثله :

$CH_3 – O – CH_3$	$CH_3 – O – CH_2 – CH_3$ **فرع الكوكسي** — **الكان**	$CH_3 – CH_2 – CH_2 – O – CH_2 – CH_3$ **الكان** — **فرع الكوكسي**
ميثوكسي ميثان	ميثوكسي ايثان	ايثوكسي بروبان

$CH_3 – CH(O\text{-}CH_3) – CH_3$	$CH_3 – O – CH_2 – CH(Cl) – CH_3$	$CH_3 – CH(OCH_2 – CH_3) – CH_2 – CH_3$
2 – ميثوكسي بروبان	2 - كلورو ميثوكسي بروبان	2 – ايثوكسي بيوتان

تمرين 7 - 13 أ - اكتب الاسم النظامي لكل من المركبات التالية :

$CH_3 – O – CH_3$

$CH_3 – O – C(CH_3)_2 – CH_3$

ب - اكتب الصيغة البنائية لكل مما يأتي :

1) 2,2 ثنائي اثيل ميثوكسي هكسان　　**2) 2 - 2 -كلورو- 2 – مثيل بروبكسي بنتان**

تحضير الايثرات

طريقة وليمسون

RO = مجموعه كوكسيد
ROH = كحول

تم بمفاعله

أ - فلز الصوديوم Na مع كحول مناسب لتكوين كوكسيد الصوديوم المناسب

$$\underset{\text{كحول}}{ROH} + \underset{\text{فلز}}{Na} \longrightarrow \underset{\text{كوكسيد الصوديوم}}{RO-Na} + \tfrac{1}{2}\,H_2$$

ب – مفاعلة كوكسيد الصوديوم مع هاليد الكيل مناسب ليعطي الايثر المطلوب

$$\underset{\text{كوكسيد الصوديوم}}{R-ONa} + \underset{\text{هاليد الالكيل}}{R^{-}-X} \longrightarrow \underset{\text{ايثر}}{R-O-R^{-}} + Na-X$$

ملاحظه : في هذا النوع من التفاعلات يجب استخدام هاليد الكيل اولي، لان استخدام ثانوي اوثالثي في التفاعل يؤدي الى تكوين مركبات اخرى غير مرغوب فيها

س وزاري : حضر ايثوكسي ايثان من كوكسيد فلز مناسب

س وزاري 2 / 2013 : من كلوريد الاثيل وما تحتاج اليه حضر1- ايثوكسي ايثان

ج /
$$CH_3-ONa + C_2H_5-Cl \longrightarrow \underset{\text{ميثوكسي ايثان}}{CH_3-O-C_2H_5} + NaCl$$

س وزاري 2015 (تمهيدي) :حضر أيثوكسي أيثان من الايثانول

الحل /

$$C_2H_5-OH + Na \longrightarrow C_2H_5-O-Na + \tfrac{1}{2}\,H_2$$
$$\underset{\text{ايثوكسيد الصوديوم}}{C_2H_5-ONa} + \underset{\text{برومو ايثان}}{C_2H_5-Br} \longrightarrow \underset{\text{ايثوكسي ايثان}}{C_2H_5-O-C_2H_5} + NaBr$$

تمرين 7 – 14 : 1- اكتب معادلة تحضير ايثوكسي بيوتان من الايثانول.

2 -اكمل نواتج التفاعل الاتي : $CH_3-CH_2-CH_2-ONa + CH_3-OBr \longrightarrow$

الخواص الفيزيائية

1 - ان ميثوكسي ميثان و ايثوكسي ميثان هي غازات في درجة الحرارة الاعتيادية بينما تكون معظم الايثرات الاخرى سوائل متطايرة بدرجة حرارة الغرفة لكونها تمتلك درجات غليان واطئة

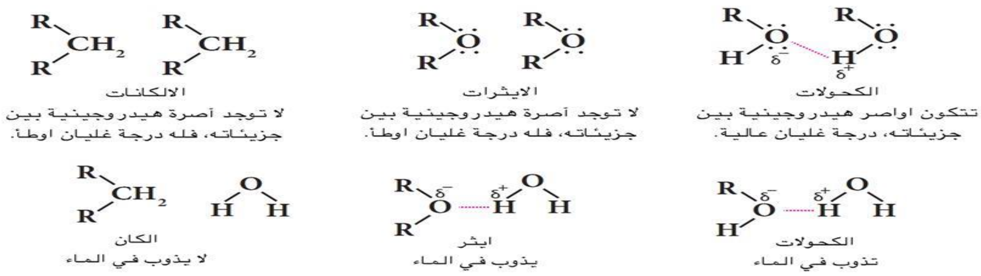
2 - قابلة للاشتعال بصورة كبيرة وتكون عديمة اللون تمتاز بروائح مقبولة .

3 - الايثرات تكون ذات درجات غليان اوطأ من تلك التي تكون للكحولات المناظرة لها (علل)

ج / وذلك بسبب عدم قدرة الايثرات على تكوين اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئات الايثر ووجودها في الكحولات ،

4 – الايثرات قليلة الذوبان في الماء (علل)

ج / بسبب عدم قابليتها على تكوين اواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء عدا تلك التي تمتلك مجاميع الكيلية صغيرة فتكون ذائبة في الماء بشكل جزئي كما هو الحال في الكحولات



س:للصيغه C_2H_6O صنفان مختلفان من المركبات العضويه أكتب الصيغه البنائيه لكل منهماوايهما يغلي بدرجه اعلى؟

ج / من الصيغه C_2H_6O نستنتج انهما يخضعان للقانون $C_nH_{2n+2}O$ فالمركبان اما

1 – ايثانول CH_3-CH_2-OH 2 – او ميثوكسي ميثان CH_3-O-CH_3

درجه غليان الايثانول اعى من درجه غليان ميثوكسي ميثان وذلك بسبب عدم قدرة الايثرات على تكوين اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئات الايثر ووجودها في الكحولات ،

الخواص الكيميائية

علل : تعتبر الايثرات مركبات مستقرة الى حد ما

ج / بسب عدم احتوائها على مجموعه عامله فعاله (بسبب قوه الرابطه بين C – O)
فهي لا تتفاعل مع القواعد ولا مع العوامل المؤكسدة او العوامل المختزلة ولا مع الفلزات الفعالة
تدخل الايثرات في التفاعلات الاتية

أ - تتفاعل مع حامض الكبريتيك المخفف (تكوين الكحولات)

تتفاعل مع حامض الكبريتيك المخفف وبالتسخين لتعطي الكحولات :

س : اكتب معادله تفاعل ايثوكسي ايثان مع حامض الكبريتيك المخفف وبالتسخين

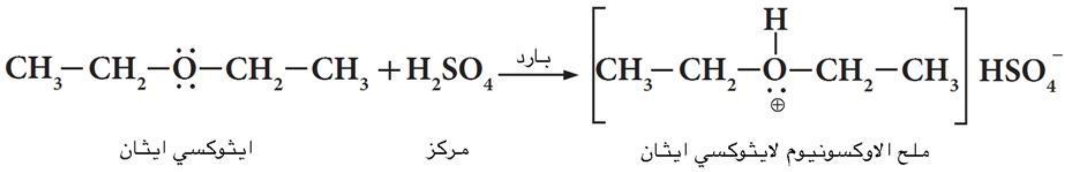
ج /

$$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} 2CH_3-CH_2-OH$$

ملاحظه : للتميز بين الايثرات والالكانات يستخدم تفاعل الايثرات مع حامض الكبريتيك H_2SO_4 المخفف

ب - تتفاعل مع حامض H_2SO_4 المركز البارد او HCl المركز(تكوين أملاح الاوكسونيوم)

عند تفاعل الايثر مع حامض الكبريتيك H_2SO_4 المركز البارد أوحامض الهيدروكلوريك HCl فانها تعطي املاح الاوكسونيوم حيث تهب الايثرات زوج من الالكترونات الى ايون الهيدروجين لتكوين هذه الاملاح



ويستخدم هذا التفاعل أيضا للتميز بن الايثرات والالكانات لكون الالكانات لا تتفاعل مع الحوامض المركزه

س : تعتبر الايثرات من قواعد لويس

ج / لانها تحتوي ذره الاوكسجين التي تمتلك زوجين من الالكترونات حيث من الممكن ان تهب الايثرات زوج من الالكترونات الى ايون الهيدروجين لتكوين هذه املاح الاوكسونيو

ج – التفاعل مع PCl_5 (تكوين هاليدات الالكيل)

تتفاعل الايثرات مع خماسي كلوريد الفسفور PCl_5 لتعطي كلوريدات الالكيل

$$\textbf{RO-R} + \textbf{PCl}_5 \xrightarrow{\Delta} \textbf{R-Cl} + \textbf{R-Cl} + \textbf{POCl}_3$$

س وزاري 2013 : أكتب تفاعل ايثوكسي أيثان مع مع خماسي كلوريد الفسفور

الحل /

$$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3 + PCl_5 \xrightarrow{\Delta} 2\ CH_3-CH_2-Cl + POCl_3$$

ايثوكسي ايثان   **كلورو ايثان**

تمرين 7 – 15 : س وزاري 2014 (تمهيدي) كيف تميز كيميائياً بين ميثوكسي ميثان والايثان
معلومة : يمكن الاعتمادعلى تفاعل الايثرات مع الماء بوجود حامض الكبريتيك الساخن للتمييزبين هذين المركبين

الالديهايدات والكيتونات

مركبات عضويه تحتوي على مجموعة الكاربونيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ وتتكون من ارتباط ذرة اوكسجين بذرة كاربون اصره مزدوجه

القانون العام : $C_nH_{2n}O$ **المجموعه الوظيفيه :** $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$

س وزاري 2014 (دور ثاني) : تشترك الالديهيادات والكيتونات في مجموعه وظيفه واحده هي --------------

الالديهايدات : مركبات كربونيليه صيغتها العامه $C_nH_{2n}O$ حيث $n = 1$ فاكثر وترتبط ذرة كاربون الكاربونيل بذرة هيدروجين ومجموعة الكيل واحدة او ذرة هيدروجين اخرى،	**الكيتونات** : مركبات كربونيليه صيغتها العامه $C_nH_{2n}O$ حيث $n = 3$ فاكثر وترتبط فترتبط ذرة كاربون الكاربونيل بمجموعتي الكيل متشابهتين أو مختلفتين.
الصيغه العامة : $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$	**الصيغه العامة :** $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R^{-}$
التسميه القديمة (الشائعة) : **يشتق اسم الاليهايد من** **اسم الحامض الكاربوكسيلي + كلمه الديهايد** **او اسم الالكان + كلمه الديهايد** **أمثله :**	**التسميه القديمة (الشائعة) :** **يشتق اسم الكيتون من** **اسم مجموعه R الاولى + اسم مجموعه R الثانيه + كلمه كيتون** **أمثله :**

أمثلة الالديهايدات:

$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$
ميثان الديهايد (فورمالهايد)	**ايثان الديهايد (اسيتالهايد)**

أمثلة الكيتونات:

$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-CH_3$
ثنائي مثيل كيتون (الاسيتون)	**أيثيل مثيل كيتون**

تسميه الالديهايدات والكيتونات حسب الطريقة النظامية (ايوباك IUPAC)

تسمى الالديهايدات والكيتونات حسب الطريقة النظامية الايوباك (IUPAC) وتتبع في التسمية الخطوات الاتية :

تسميه الالديهايدات

1- يبدأ بترقيم الالديهايد من ذرة كاربون الكاربونيل حيث تأخذ الرقم 1 ونستمر باتجاه اطول سلسلة كاربونية.

2 - تسمى الالديهايد بالاعتماد على اسم الالكان المقابل لعدد ذرات الكاربون واضافة المقطع(آل)الدال على مجموعة كاربونيل الالديهايد.

3 - تسمى التفرعات ان وجدت (اسم التفرع الاعضوي اولا ثم اسم التفرع العضوي).

لا حاجة لكتابة رقم موقع مجموعة الكاربونيل عند تسمية الالديهايدات بالطريقة النظامية وذلك لكونها في طرف السلسلة الكاربونية دائماً

رقم واسم التفرع الاعضوي+ رقم واسم التفرع العضوي + اسم الالكان وفق اطول سلسله + المقطع (ال)

امثله :

$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$	$CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$	$CH_3-\underset{Cl}{\underset{\mid}{CH}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$
ميثانال	ايثانال	بروبانال	2 – كلورو بروبانال

تسميه الكيتونات حسب نظام الايوباك IUPAC

نتبع نفس الخطوات السابقة لتسمية الالديهايدات:

1 - نختار اطول سلسلة من ذرات الكاربون ونرقم من الطرف الاقرب الى مجموعة كاربونيل الكيتون.

2 - نعطي الاسم للكيتون استناداً الى اسم الالكان المقابل واضافة المقطع (ون)الدال على مجموعة كاربونيل الكيتون.

3 - تسمى التفرعات ان وجدت(اسم التفرع الاعضوي اولا ثم اسم التفرع العضوي).

رقم واسم التفرع الاعضوي+ رقم واسم التفرع العضوي + رقم مجموعه الكاربونيل + اسم الالكان وفق اطول سلسله + المقطع (ون)

امثله :

$CH_3-CH(CH_3)-C(=O)-CH_3$	$CH_3-CH_2-C(=O)-CH_2-CH_3$	$CH_3-C(=O)-CH_2-CH_3$	$CH_3-C(=O)-CH_3$
3– مثيل 2 - بيوتانون	3 - بنتانون	2 - بيوتانون	بروبانون

تمرين 7 - 16 أ - اكتب الاسم النظامي لكل من المركبات التالية :

$$CH_3-C(=O)-CH(CH_2-CH_3)-CH_3 \qquad CH_3-CH(Cl)-CH_2-C(=O)-H$$

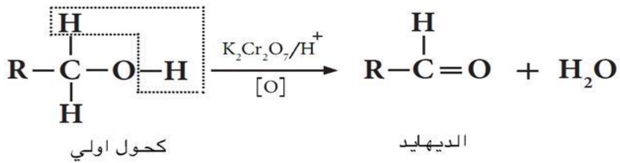
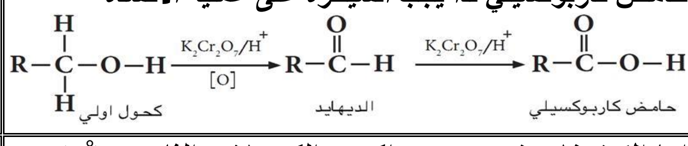
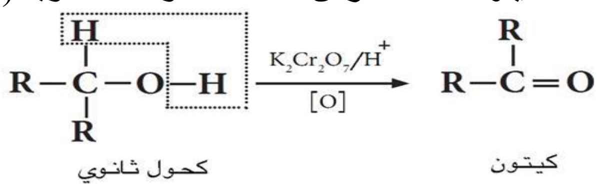
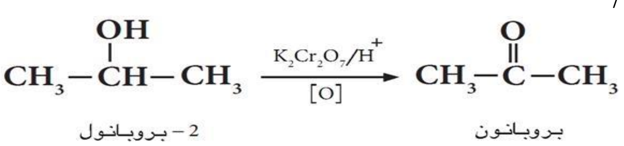
ب - اكتب الصيغة البنائية لكل مما يأتي : 1) 2- مثيل بيوتانال 2) 2 - هكسانون

تحضير الالديهايدات والكيتونات

هناك طرائق مختبرية وصناعية متعددة لتحضير الالديهايدات والكيتونات وسنقتصر على طريقة مختبرية واحدة وهي :

اكسدة الكحولات :

تحضر الالديهايدات والكيتونات بالسيطرة على عملية اكسدة الكحولات الاولية (1°) و الكحولات الثانوية (2°) باستخدام عوامل مؤكسده مثل محلول محمض لثنائي كرومات ($K_2Cr_2O_7$) او البرمنكنات (KMnO)

الالديهايد يحضرمن اكسده الكحول الاولي (1°)  **اما الاكسده التامه للكحول الاولي(1°) فيتحول الالديهايد الى حامض كاربوكسيلي لذا يجب السيطره على عمليه الاكسده**  	**س وزاري 2013 (تمهيدي) : مبتدأ بالايثانول حضرالايثانال** ج / $CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3-C(=O)-H$ **س : ماناتج الاكسده التامه للايثانول** ج / $CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3-C(=O)-H \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3-C(=O)-OH$
اما **الكيتونات** فتحضرمن اكسده الكحولات الثانويه (2°)  	**س : من كحول مناسب حضر بروبانون** ج / 
ملاحظة : ان عملية الاكسدة لا تشمل الكحول الثالثي لانه لا يتأكسد في هذه الظروف **(علل)** بسب عدم وجود ذره H متصله بذره الكاربون الحامله لمجموعه OH	**س : ماناتج الاكسده التامة 2 - مثيل 2 - بروبانول** $CH_3-C(OH)(CH_3)-CH_3 \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+}$ N.R **2 - مثيل 2 - بروبانول**

مثال 7- 7 : وزاري- 2016/2 : ماناتاج الاكسدة التامه للمركبات التاليه :
1) 1 – بروبانول 2) 2 – بنتانول

الحل /

1)

$$\underset{\text{1 - بروبانول}}{CH_3-CH_2-CH_2-OH} \xrightarrow[\text{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} \underset{\text{بروبانال}}{CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H} + H_2O \xrightarrow[\text{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} \underset{\text{الحامض المقابل (حامض البروبانويك)}}{CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH}$$

2)

$$\underset{\text{2 - بنتانول}}{CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_3} \xrightarrow[\text{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} \underset{\text{2 – بنتانون}}{CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3}$$

تمرين 7- 17 : حضر كلا من المركبات التالية باستخدام كحول مناسب :
1) أيثانال 2) 3– بنتانون

س 7-3 : اكتب المعادلات الكيميائية التي تمثل تحضير المركبات التالية من المادة الاولية المذكورة واي مواد اخرى مناسبة : ج) الايثانال من الايثانول

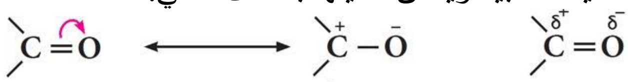
الخواص الفيزيائية

1 - تكون جميع الالديهايدات والكيتونات سوائل في درجة حرارة الغرفة عداالفورمالديهايد (الميثانال) فهو غاز
2 - تتميز الالديهايدات بامتلاكها روائح غير مقبولة بينما تمتلك الكيتونات روائح مقبولة
3 - تكون كثافة هذه المواد اقل كثافة من الماء،
4 - يمكن ان تمتزج مع الماء كما يمكنها ان تذوب في المذيبات العضوية كالايثر(علل)
ج / بسبب قطبية مجموعة الكاربونيل، تعتبر هذه المركبات قطبية فيمكن ان تمتزج مع الماء
5 - وتكون درجات غليان الالديهايدات والكيتونات اعلى من تلك للجزيئات غير القطبية للالكانات (علل)
ج / بسبب قطبية مجموعة الكاربونيل
س :تكون درجات غليان الالديهايدات والكيتونات اقل من الكحولات التي لها كتل مولية متقاربة (علل)
ج / بسبب وجود الاواصر الهيدروجينية في الكحولات
س : تذوب الالديهايدات في الماء (علل)
ج / لقابليتها عى تكوين اواصر هيدروجينيه معه

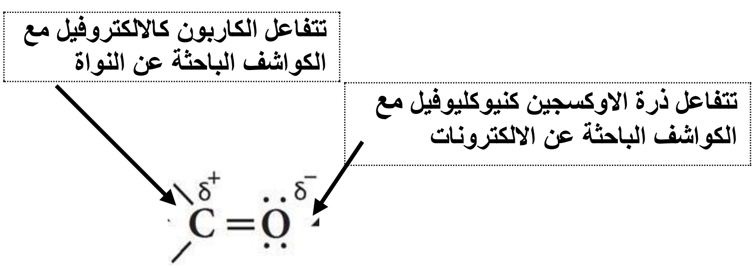
الخواص الكيميائية :

ظاهره الاستقطاب في مجموعه الكاربونيل

ان **مجموعة الكاربونيل في الالديهايدات والكيتونات** مجموعة عالية القطبية ويمكن تمثيلها بالشكل الاتي:

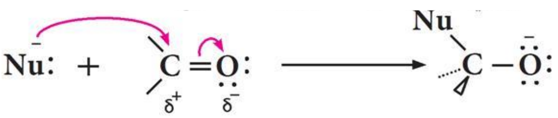


وكاربون الكاربونيل المشحون جزئياً بشحنة موجبة يهاجم من قبل كاشف نيوكليوفيلي باحث عن النواة غني بالالكترونات (Nu:) اما **الاوكسجين** المشحون جزئياً بشحنة سالبة فيهاجم من قبل كاشف الكتروفيلي(باحث عن الالكترونات.)

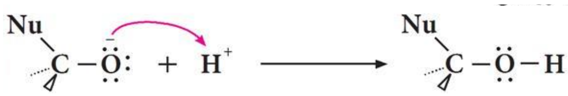


تتفاعل الالديهايدات والكيتونات تفاعلات اضافة نيوكليوفيلية، وتكون بخطوتين :

الخطوة الاولى : يهاجم الكاشف الباحث عن النواة كاربون الكاربونيل مكونة اصرة جديدة حيث يذهب تؤدي الى كسر الاصرة π بين الاوكسجين والكاربون الزوج الالكتروني الى ذرة الاوكسجين وبذلك تصبح مشحونة بشحنة سالبة.



الخطوة الثانية :هي مهاجمة الالكتروفيل(الكاشف الباحث عن الالكترونات)مثل ايون الهيدروجين H^+



تفاعلات الاليهايدات والكيتونات

أ - اختزالها بالهيدروجين (الاختزال الى الكحولات) (بمعاملتها H_2 بوجود Ni)

الاختزال [Red] : أضافه ذرتي H الى الالديهايد او الكيتون

تختزل الالديهايدات والكيتونات الى الكحولات بمعاملتها H_2 بوجود Ni أو Pt كعامل مساعد .

الالديهايدات تعطي كحولات اولية والكيتونات تعطي كحولات ثانوية :

س : أكتب بصيغ بنائيه أختزال (هدرجة) الميثانال (بوساطة أضافة H_2 وبوجود Ni)

ح / $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H + H_2 \xrightarrow[H_2/Pt]{[Red]} CH_3-CH_2-OH$

ايثانال ايثانول

س وزاري- 3/2016 : أكتب تفاعل أختزال البروبانون (بوساطة أضافة H_2 وبوجود Ni)

ح / $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3 + H_2 \xrightarrow[H_2/Pt]{[Red]} CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{C}H}-CH_3$

بروبانون 2 – بروبنول (2°)

ب - الاختزال الى الالكانات (طريقة اختزال كلمنسون) (باستخدام ملغم Zn / Hg)

تختزل الالديهايدات والكيتونات الى الالكانات المقابلة بطريقة اختزال كلمنسون التي تتضمن استخدام ملغم (الزئبق - خارصين) في حامض الهيدروكلوريك كعامل مختزل

اختزال الاليهايد

$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} R-CH_3$

س وزاري 2015 : حضر الايثان من الايثانال

$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_3-CH_3$

ايثانا ل ايثان

س : من الديهايد مناسب حضر 2 – مثيل بروبان

$CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{C}H}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{C}H_3}-CH_3$

2 – مثيل بروبانول 2 – مثيل بروبان

اختزال الكيتون

$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R^- \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} R-CH_2-R^-$

س : من 2 – بيوتانون حضر بيوتان

$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_2H_5 \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_3-CH_2-C_2H_5$

2 – بيوتانون بيوتان

ج – التفاعل مع الهيدرازين (قواعد شيف) الاستدلال على مجموعه الكربونيل

تتفاعل الالديهايدات والكيتونات مع الهيدرازين ($NH_2\ NH_2$) لتعطي الهيدرازون، والتي تدعى بقواعد شيف.

يستخدم هذا التفاعل للتعرف على وجود مجموعة الكاربونيل للالديهايد أوالكيتون، اذ تدل نواتج الهيدرازون(الملونة الصفراء البرتقالية)على وجود تلك المجموعة.

س : كيف تستدل على وجود مجموعه الكربونيل في الالديهايدات والكيتونات

ج / عند تفاعل الالديهايدات والكيتونات مع الهيدرازين منتجه هيدرازون و تدل نواتج الهيدرازون(الملونة الصفراء البرتقالية)على وجود تلك مجموعة الكربونيل.

$CH_3\overset{H}{\overset{|}{C}}=O + H_2N-NH_2 \xrightarrow{\Delta} CH_3\overset{H}{\overset{|}{C}}=N-NH_2 + H_2O$

ايثانال هيدرازين اسيتالديهايد هيدرازون (راسب أصفر)

س : اكتب ناتج أضافه الهيدرازين الى البروبانون

$$CH_3-\overset{\overset{\displaystyle CH_3}{|}}{C}=O + H_2N-NH_2 \xrightarrow{\Delta} CH_3-\overset{\overset{\displaystyle CH_3}{|}}{C}=N-NH_2 + H_2O$$

بروبانون   هيدرازين   بربانون هيدرازون (راسب أصفر)

د – الاكسده [O] نزع ذرتي H

س : تتميز الالديهايدات بتفاعلات خاصه تميزها عن الكيتونات

أو س : يمكن اللالديهايدات ان تعاني تأكسد بتأثير العوامل المؤكسده دون الكيتونات

نظراً لوجود ذرة هيدروجين مرتبطة بمجموعة كاربونيل الالديهايد فان تفاعلات خاصة تميز تلك المجموعة عن مثيلتها في الكيتون الذي لا يحوي ذرة هيدروجين مرتبطة بمجموعة الكاربونيل .

من ابرز التفاعلات التي يمكن حدوثها للالديهايدات دون الكيتونات هي تفاعل الاكسدة، حيث وجد ان الالديهايد يتأكسد بتأثير بعض المواد المؤكسدة الى الحامض العضوي(الكاربوكسيلي) المقابل في حين لا يستجيب الكيتون لعملية الاكسدة

التمييز بين الالديهايدات والكيتونات

ويمكن التمييز بين الالديهايدات والكيتونات بحسب التفاعلات الاتية :

س وزاري 2015 (خارج العراق) : يستخدم كاشف تولن للتميز بين ------------

اولا : كاشف تولن (تكون مراه فضيه)

كاشف تولن هو(محلول هيدروكسيد الفضة الامونياكي) ويستخدم للكشف عن **وجود الالديهايدات،**
حيث **يختزل** في هذا التفاعل **ايون الفضة** من المحلول ليترسب على شكل **فلز الفضة** (على هيئة **مرآة فضية**)
دلالة على وجود مجموعة الالديهايد في الجزيء،
بينما **لا تتفاعل الكيتونات** مع هذا **الكاشف** .ويمكن التعبير عن هذا التفاعل حسب الاتي :

$$R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-H + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-\overset{-}{O}\,\overset{+}{N}H_4 + 2Ag\downarrow + H_2O + 3NH_3$$

الديهايد   هيدروكسيد الفضة الامونياكي (كاشف تولن)   ملح الحامض الكاربوكسيلي   مرآة الفضة

$$R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-R' + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow NR$$

كيتون   هيدروكسيد الفضة الامونياكي (كاشف تولن)

س وزاري- 2016 (خ) : كيف تميز عمليا بين البيوتانال والبيوتانون باستخدام كاشف تولن

الحل /

$$CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-H + 2\,Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-ONH_4 + 2Ag\downarrow + H_2O + 3NH_3$$

بيوتانال   كاشف تولن   مرآة فضية

اما الكيتون فلا يتفاعل مع هذا الكاشف

$$CH_3-CH_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3 + 2\,Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow N.R$$

بيوتانون   كاشف تولن

ثانيا : محلول فهلنك (تكون راسب احمر)

محلول فهلنك : محلول قاعدي ازرق غامق وهو محلول لملح كبريتات النحاس (II القاعدية)
يستخدم لاكسدة الالديهايد حيث **تختزل** نتيجة لذلك **ايونات النحاس (II) لاوكسيد النحاس (I)** ذواللون الاحمر .
والذي يستدل منه على وجود مجموعة الالديهايد في الجزيء

$$R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-H + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O^- + Cu_2O\downarrow + 3H_2O$$

الديهايد   معقدازرق   راسب احمر

اما الكيتون فلا يتفاعل مع هذا الكاشف وكما هو مبين في المعادلة العامة ادناه.

$$R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-R' + Cu^{2+} + OH^- \longrightarrow NR$$

كيتون   معقدازرق

تمرين 7 – 18 : أكمل المعادلتين الاتيتين :

$$C_2H_5-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3 \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg}$$

$$C_2H_5-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-H \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg}$$

تمرين 7 – 19 : 1 - حضر البروبان من البروبانال. وزاري 3/2014
2 - اكتب تفاعل اضافة الهيدرازين الى البروبانال .

تمرين 7 – 20 : - وزاري 2016 (تمهيدي) : كيف تميز عملياً بين مركب البروبانال والبروبانون باستخدام :
أ - محلول فهلنك. ب - كاشف تولن.

س 7-10 : فرع (10)تتكون المرآة الفضية نتيجة مفاعلة محلول هيدروكسيد الفضة الامونياكي $Ag(NH_3)_2OH$ لاحد المركبات التالية وهو ما يدعى كاشف تولن .
أ) كيتون ب) الديهايد ج) كحول ثالثي د) الكان

س 7 – 10 : (3) عند اختزال البروبانال بوساطة H_2 وبوجود Ni فان المركب الناتج :
أ) حامض البروبانويك ب) 1- بروبانول ج) 2- بروبانول د) بروبانون

س 7 – 10 : (5) عند اضافة ملغم (الزئبق – خارصين) الى الايثانال بوجود حامض HCl ينتج :
أ) كحول اولي ب) كحول ثانوي ج) كحول ثالثي د) الكان

س 7-10 : (11)اي من المركبات التالية تتفاعل مع محلول فهلنك

أ) $CH_3\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-OCH_3$ ب) $CH_3\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-H$ ج) $CH_3\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-OH$ د) $CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3$

س 7 – 10 : فرع(12) وزاري 2015/2 (خ) نوع التفاعل الذي يحول البروبانون الى 2 - بروبانول يسمى تفاعل
أ) تأكسد ب) حذف ج) اختزال د) استبدال

س 7-21 فرع(2) وزاري 2015 : مبتدئا بالايثانال وما تحتاج اليه حضر الايثان

س وزاري- 3/2016 : أكتب تفاعل أختزال بروبانون

رحلة التفوق
عطاءً بلا حدود
A. M. Z

الحوامض الكاربوكسيلية

مركبات عضويه تحتوي على المجموعه الوظيفيه الفعاله الكاربوكسيل $(-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H)$ او $(-COOH)$

القانون العام	المجموعه الوظيفيه الفعاله	الصيغه العامه
$C_nH_{2n}O_2$	كاربونيل + هيدروكسيل = كاربوكسيل $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$ R = مجموعه الكيل او ذره H

التسميه القديمه (الشائعة)

التسميه القديمه : حسب الاسماء الشائعة

CH_3-COOH	$HCOOH$
حامض الخليك	حامض الفورميك

تسميه الحوامض الكاربوكسيليه حسب الطريقة النظامية (ايوباك IUPAC)

تسمى الحوامض الكاربوكسيلية حسب الطريقة النظامية الايوباك IUPAC

1 - يبدأ بترقيم اطول سلسلة كاربونية تحوي اكبر عدد ممكن من المعوضات ما امكن ابتداء من ذرة الكاربون الكاربوكسيلية اي ان ذرة كاربون **مجموعة الكاربوكسيل تعطى دائماً رقم (1)**

2 - تكتب كلمة حامض.

3 - تسمى المعوضات إن وجدت بحسب الابجدية العربية.

4 - يكتب اسم الالكان الذي تدل عليه اطول سلسلة من ذرة الكاربون، ويضاف الى آخر الاسم المقطع (ويك)الدال على وجود مجموعة كاربوكسيل في المركب

حامض + رقم واسم التفرع اللاعضوي + رقم واسم التفرع العضوي (مجاميع الالكيل) + اسم الالكان المقابل +المقطع (ويك)

CH_3-CH_2-COOH	CH_3-COOH	$HCOOH$
حامض البروبانويك	**حامض الايثانويك**	**حامض الميثانويك**

$CH_3-\underset{\underset{C_2H_5}{\vert}}{CH}-CH_2-COOH$ (C₂H₅ فوق ذرة CH)	$CH_3-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{CH}-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_2-COOH$	$CH_3-\overset{\overset{Br}{\vert}}{CH}-COOH$
حامض 3- مثيل البنتانويك	**حامض3, 4 – ثنائي مثيل هكسانوكويك**	**حامض 2 – برومو بروناويك**

2) ارسم الصيغة البنائية لكل من المركبات الاتية :	تمرين 7 – 21 : 1) اكتب الاسم النظامي للمركب
أ) حامض 2 - مثيل بيوتانويك ب) حامض 3 - كلورو بروبانويك	$CH_3-CH_2-\overset{\overset{Cl}{\vert}}{\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{C}}-COOH$

تحضير الحوامض الكاربوكسيلية

هناك عدة طرائق لتحضير الحوامض الكاربوكسيلية

1- من الاكسده التامه للكحولات الاوليه (راجع التفاعلات الكيميائيه أكسده لكحولات)

2 - من أكسده الالديهايدات (راجع التفاعلات الكيميائيه أكسده الالديهايدات)

3 - **التحلل المائي للاستر في وسط حامضي (راجع التفاعلات الكيميائيه للاستر)**

4 - كاشف كرينيارد

يعتبر هاليد الالكيل هو المادة الاوليه في هذا التفاعل مع غاز CO ثم اجراء عملية التحلل المائي في وسط حامضي للحصول على الحامض الكاربوكسيلي المطلوب وحسب المخطط التالي :

$$\underset{\text{هاليد الكيل}}{R-X} + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} \underset{\text{كاشف كرينيارد}}{R-Mg-X}$$

$$R-Mg-X + CO_2 \longrightarrow \underset{\text{مركب وسط}}{R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-Mg-X} \xrightarrow[H_2O\,/\,H^+]{HCl} \underset{\text{حامض كاربوكسيلي}}{R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-H}$$

لاحظ ان الحامض الكاربوكسيلي الناتج بهذه الطريقة يحتوي ذرة كاربون اضافية اكثر من مجموعة الالكيل لكاشف كرينيارد الاولية.

ملاحظة : اذا كا ن الحامض الكاربوكسيلي المطلوب تحضيره من هاليد الكيل يحتوي على نفس العدد من ذرة كاربون فنقوم بالاجاءات التاليه

1 - تفاعل هاليد الالكيل مع محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH لانتاج كحول

$$\underset{\text{هاليد الكيل}}{R-X} + KOH \xrightarrow[H_2O]{} \underset{\text{كحول}}{R\,OH}$$

2 – اكسد الكحول لانتاج الحامض الكاربوكسيلي

س وزاري 2016 : من كلوريد المثيل حضر حامض الايثانويك

ح /

$$\underset{\text{كلوريد المثيل}}{CH_3-Cl} + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} \underset{\text{كاشف كرينيارد}}{CH_3-Mg-Cl}$$

$$CH_3-Mg-Cl + CO_2 \longrightarrow \underset{\text{مركب وسطي}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-Mg-Cl} \xrightarrow[H_2O\,/\,H^+]{HCl} \underset{\text{حامض أيثانويك}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-H} + MgCl_2$$

مثال 7 – 8 : وزاري 2015/3 مبتدأ بالايثانال حضر حامض البروبانويك

الحل :

(الهدف) $\underset{\text{حامض البروبانويك (ثلاث ذرات C)}}{CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OH}$ $\quad$ $\underset{\text{ايثانال (ذراتين C)}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H}$

$$\underset{\text{ايثانال}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H} + H_2 \xrightarrow[H_2/Pt]{[\ Red\ ]} \underset{\text{كحول الايثانول}}{CH_3-CH_2-OH}$$

$$3\,CH_3-CH_2-OH + PCl_3 \longrightarrow \underset{\text{كلورو ايثان}}{3CH_3-CH_2-Cl} + H_3PO_4$$

$$CH_3-CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} \underset{\text{كاشف كرينيارد}}{CH_3-CH_2-Mg-Cl}$$

$$CH_3-CH_2\ Mg-Cl + CO_2 \longrightarrow \underset{\text{مركب وسطي}}{CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-Mg-Cl}$$

$$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-Mg-Cl + HCl \longrightarrow \underset{\text{حامض البروبانويك}}{CH_3-CH_2-COOH} + MgCl_2$$

مثال 7 – 9 : وزاري 2013/2 : مبتدأ بكلوريد الاثيل حضر حامض البروبانويك

الحل / /

$$\underset{\text{كلوريد الاثيل}}{CH_3-CH_2-Cl} + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} \underset{\text{كاشف كرينيارد}}{CH_3-CH_2-Mg-Cl}$$

$$CH_3-CH_2\ Mg-Cl + CO_2 \longrightarrow \underset{\text{مركب وسطي}}{CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-Mg-Cl}$$

$$CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-Mg-Cl + HCl \longrightarrow \underset{\text{حامض البروبانويك}}{CH_3-CH_2-COOH} + MgCl_2$$

تمرين 7 – 22 : وزاري 2014/2 حضر حامض البروبانويك من :
1) بروميد الاثيل 2) البروبانال

تمرين 7 – 24 : مبتدأ بالبروبانال حضر حامض البيوتانويك

تمرين 7 – 25 : حضر حامض البيوتانويك من كحول البيوتانول

س 7 - 8 : أكتب المعادلات الكيميائيه التي تعبر عن التفاعلات الاتيه :
1) مبتدئا بالميثانال حضر حامض الايثانويك 2) مبتدئا بالميثانول حضر الايثانول
3) مبتدئا بروموبروبان حضر حامض البروبانويك وزاري- 2016 (خارج العراق)

س 7 -11 : اكتب ممثلاً بالمعادلات تحضير حامض البيوتانويك ، باستخدام كاشف كرينيارد وهاليد الكيل مناسب.

س 7 - 21 : عبر بصيغ تركيبيه وبالمعادلات الكيميائيه:
1) التحلل المائي للبروبين بوجود حامض الكبريتيك ثم اكسده الناتج

س وزاري 2014 / 3 : حضر حامض الايثانويك من الميثانول

الخواص الفيزيائية

1 - الحوامض الكاربوكسيلية ذات الكتل المولية الواطئة(اقل من10 C) سوائل ذات رائحة حادة وغير مقبولة،
2 - **تزداد درجات الغليان لها بزيادة كتلتها المولية وهي عادة اعلى من تلك للكحولات المقابلة لها، (علل)**
ج / بسبب تكون اصرتين هيدروجينيتين بين كل جزيئتين من جزيئات الحامض بسبب الصفة القطبية الكبيرة لجزيئات مجموعتي الكاربوكسيل والهيدروكسيل في جزيئة الحامض والتي تفوق تلك المناظرة لها في الكحولات.
3 - وتكون الحوامض الكاربوكسيلية ذات الكتل المولية الصغيرة جيدة الذوبان في الماء اما الاكبر فتقل قابلية ذوبانها.

الخواص الكيميائيه

أ - حامضية الحوامض الكاربوكسيلية (لوجود H حامضي)

تكتسب الحوامض الكاربوكسيلية صفه الحامضية (علل)
ج / وذلك من قابليتها على فقدان بروتون مجموعة الكاربوكسيل (هيدروجين حامضي) مما يمكنها ان تتفاعل بسهولة مع القواعد لتكوين ملحاً وماء.

$$\underset{\text{حامض كاربوكسيلي}}{R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H} + NaOH \longrightarrow \underset{\text{ملح الحامض الكاربوكسيلي}}{R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-Na} + H_2O$$

س : من حامض الخليك حضر خلات الصوديوم

ج / $$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H + NaOH \longrightarrow CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-Na + H_2O$$

ب - تفاعل الحوامض مع الكاربونات والبيكاربونات (الكشف عن مجموعه الكاربونيل)

تتفاعل الحوامض الكاربوكسيلية مع الكاربونات والبيكاربونات محرره غاز CO_2 هو احد التفاعلات الهامة التي تستخدم للكشف عن مجموعة الكاربونيل في الحوامض العضوية الكاربوكسيلية.

س : كيف تكشف عن مجموعه الكربونيل في الحوامض الكربوكسيليه

ج / من معامله الحوامض الكاربوكسيلية مع الكاربونات والبيكاربونات **محرره غاز CO_2**

س : اكتب معادله تفاعل حامض الخليك مع كاربونات الصوديوم $Na_2\,CO_3$

$$2\ CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H\ +\ Na_2CO_3 \longrightarrow 2\ CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-Na\ +\ CO_2\ +\ H_2O$$

تمرين7 - 23: وزاري- 2016 (ت) اكتب معادله تفاعل حامض الخليك مع بيكاربونات الصوديوم (كاربونات الصوديوم الهيدروجينيه) $NaHCO_3$

س 7 - 10- الغاز الناتج من تفاعل حامض الايثانويك مع كاربونات الصوديوم الهيدروجينية هو :

أ) H_2 ب) CO_2 ج) O_2 د) CO

ج - تفاعل الحوامض مع الكحولات(الاسترة) (خاصيه تعزى لوجود OH)

تتفاعل الحوامض الكاربوكسيلية مع الكحولات بوجود عامل مساعد مناسب مثل H_2SO_4 او HCl وناتج التفاعل استر مقابل وماء والتفاعل انعكاسي ينتهي بحاله توازن ويدعى هذا التفاعل بالاستره

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H\ +\ H-OR' \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R'\ +\ H_2O$$

حامض كاربوكسيلي   استر

س : اكتب معادله تفاعل حامض الخليك مع كحول الايثانول

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H\ +\ H-OC_2H_5 \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5\ +\ H_2O$$

حامض الخليك   كحول الايثانول   خلات الاثيل

د - اختزال الحوامض الكاربوكسيلية

يمكن اختزال الحوامض الكاربوكسيلية بعوامل مختزلة مثل هدريد الليثيوم الالمنيوم $LiAIH_4$ لتعطي كحولات اوليه

ملاحظه : لايمكن اختزال الحوامض الكاربوكسيليه باستخدام Ni / H 2

س : من حامض كاربوكسيلي منسب حضر كحول الايثانول

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H \xrightarrow[LiAIH_4]{\text{ايثر}} CH_3-CH_2-OH$$

كحول الايثانول

واجب

س 7 - 8 : فرع 2) مبتدئا بالميثانول حضر الايثانول .

الاسترات

مواد عضويه مشتقه من الحوامض الكاربوكسيليه تشترك معها بالقانون العام ووجود الجزء – RCOO وتختلف معها في الجزء المرتبط بذره الاوكسجين فاذا كانت R سيكون المركب واحد من الاسترات

القانون العام	المجموعه الوظيفية	الصيغه العامة
$C_nH_{2n}O_2$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R^-$

تسميه الاسترات حسب نظام الايوباك IUPAC

تعتمد تسمية الاستر $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R^-$ على تقسيمة الى جزئين

أ – جزء مشتق من الحامض الكاربوكسيلي $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$ أو ($H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R$)

H مرتبطة بمجموعة $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$ وليس ذرة O كما في الحوامض الكاربوكسيلية

ب – جزء مشتق من الكحول $R-O-H$

اسم الالكيل الموجود في الشق الكحولي R^- + رقم واسم التفرع + اسم الالكان (المشتق من الحامض) + المقطع (وات)

$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5$	$CH_3-\underset{\underset{Cl}{\|}}{CH}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5$
مثيل ايثانوات	اثيل ايثانوات	أثيل – 2 – كلورو بروبانوات

تمرين 7 – 26 : 1 – أكتب الاسم النظامي لكل مما يأتي

$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{\|}}{CH}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5$ $\qquad$ $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$

2- ارسم الصيغ البنائية للمركب الاتي : بروبيل – 2 , 3 – ثنائي مثيل هكسانوات

س واجب : حدد الجزء التالي من الكحول والجزء التالي من الحامض الكاربوكسيلي لكل من الاسترات الاتية :

$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O(CH_2)CH_3$ / $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5$ / $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$ / $C_2H_5-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$

تحضير الاسترات

1 – من تفاعل الحوامض الكاربوكسيليه مع الكحولات (راجع التفاعلات الكيميائيه للحوامض الكاربوكسيليه)

2 - من تفاعل كلوريد الحوامض الكاربوكسيليه مع الكحولات بوجود البريدين (لازاله HCl المتكون)

هاليد الحامض الكاربوكسيلي (حامض عضوي استبدلت فيه مجموعه OH بذره هالوجين (Cl – Br- I)

تسميه هاليد الحمض الكاربوكسيلي : هاليد + اسم الالكان + ويل

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Cl + H-OR^- \xrightarrow[\text{بيريدين}]{} R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R^- + HCl$$

س : مبتدأ بكلوريد الاستيل (كلوريد الايثانويل) **حضر مثيل ايثانوات**

ج/

$$\underset{\text{كلوريد الاستيل}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-Cl} + CH_3-OH \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3 + HCl$$

تمرين 7 – 27 : 1 - مبتدئاً بالميثانول حضر اثيل ميثانوات. وزاري - 2016 (ت)

2 - مبتدئاً بالايثانول حضر مثيل بروبانوات.

3- مبتدئاً بكلوريد الاستيل حضر اثيل ايثانوات. وزاري - 2015 (ت)

س وزاري 2015 (خ) : من الاثيلين $CH_2=CH_2$ حضر بالمعادلات تحضير أثيل هكسانوات

الخواص الفيزيائية

1 - تظهر الاسترات صفة قطبية في جزيئاتها إلا انه يقل تأثيرها على الجزيء بازدياد الجزء الهيدروكاربوني غير القطبي
2 - درجات غليان الاسترات اقل مما هي عليه في الحوامض الكاربوكسيلية المقابلة . (علل)
ج / لانها لا يمكنها ان تكون اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها،
3 - لا يمكن لمعظم الاسترات ان تذوب في الماء لكنها تذوب في اغلب المذيبات العضوية،
4 - كما ويمكن استخدام هذه المركبات كمذيبات عضوية جيدة لمواد عضوية كثيرة.
س : لاتظهر الصفات الحامضيه في الاسترات
ج / لعدم أحتوائها على هيدروجين حامضي
5- الاسترات لها رائحة عطرة
س : للصيغه $C_3H_6O_2$ صنفان مختلفان اكتب الصيغه التركيبيه مع التسميه وأيهما يغلي بدرجه حراره أعلى ولماذا

ج / CH_3-CH_2-COOH **حامض البروبانويك** ، $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3$ **اثيل ميثانوات**

درجات غليان الاستر $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3$ اقل مما هي عليه في الحوامض الكاربوكسيلية CH_3-CH_2-COOH المقابلة لانها لا يمكنها ان تكون اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها، على عكس ما موجود في الحوامض الكاربوكسيلية

الخواص الكيميائية للاسترات

أ - التحلل المائي للاستر في محيط حامضي : (عكس تفاعل تحضيرا لاسترات من الكحولات والحوامض الكاربوكسيلية)
حيث يتضمن أضافة جزيء ماء بوجود عامل مساعد H_2SO_4 او HCl

$$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R^{-} + H_2O \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftarrows}} R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + R^{-}-OH$$

س : أكتب تفاعل التحلل المائي لاثيل أيثانوات في وسط حامضي

ج/
$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5 + H_2O \overset{H^+}{\rightleftarrows} \underset{\text{حامض الايثانويك}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH} + \underset{\text{كحول ايثانول}}{C_2H_5-OH}$$

ب - التحلل المائي للاستر في محيط قاعدي (الكشف عن الاسترات)

يتفاعل الاستر مع الماء في وسط قاعدي مثل $NaOH$ لينتج ملح الصوديوم للحامض الكاربوكسيلي مع الكحول،ويكتسب هذا التفاعل شهرة كبيرة لانه يستخدم في تحضير الصابون
وهو لذلك يدعى **بتفاعل الصوبنة** كما يمكن ان **يستخدم للكشف عن الاسترات** وكما مبين في المعادلة الاتية :

الصوبنة : هي عمليه تحلل الاستر مائيا في وسط قاعدي مثل $NaOH$ والتفاعل يكون غير انعكاسي والناتج يكون ملح الحامض العضوي (ملح الصابون) الذي يدخل في صناعه الصابون

$$\underset{\text{استر}}{R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R^{-}} + NaOH \xrightarrow{H_2O} R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O^{-}Na^{+} + \underset{\text{كحول}}{R^{-}-OH}$$

س : أكتب تفاعل التحلل المائي لاثيل أيثانوات في وسط قاعدي

ج/
$$\underset{\text{اثيل ايثانوات}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5} + Na\,O\,H \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{ايثانوات الصوديوم}}{CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONa} + \underset{\text{ايثانول}}{CH_3-CH_2-OH}$$

تمرين:7 -28 وزاري 2015 : اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ميثانوات مرة في وسط حامضي واخر في وسط قاعدي

س 7-3 : اكتب المعادلات الكيميائية التي تمثل تحضير المركبات التالية من المادة الاولية المذكورة:
د) ايثانوات الصوديوم من مثيل ايثانوات.

س 7 - 17: يتفاعل اثنان من المركبات الواردة ادناه في وسط حامضي، لينتج مركب له رائحة مقبولة وصيغته $C_4H_8O_2$ حدد المركبين، ومثل التفاعل الحاصل بينهما بمعادلة كيميائية .
CH_3CH_3 ، CH_3CH_2OH ، CH_3CHO ، CH_3COOH ، $CH_3CH_2OCH_3$

الامينات

هي مركبات عضويه مشتقه من الامونيا NH_3 حيث تحل مجموعه الكيل واحده أو أكثر محل ذره هيدروجين واحده أو أكثر . لذا يمكن أعتبارها من مشتقات الامونيا

الامونيا	H | H — N : | H	H | H—N—H

وعلى هذا تصنف الامينات بحسب مجاميع الالكيل فيها المرتبطه بذره النتروجين N .

تصنيف الامينات

نوع الامين	أمين أولي (1°)	أمين ثانوي (2 °)	أمين ثالثي (3°)
الصيغه العامه	H | R – N – H اولي (1°)	R´ | R – N – H ثانوي (2°)	R´ | R – N – R˝ ثالثي (3°)
مثال	H CH_3 –N– H مثيل أمين	CH_3 CH_3 –N– H ثنائي مثيل أمين	CH_3 CH_3 –N– CH_3 ثلاثي مثيل أمين

التسميه القديمة (الشائعة)

1 - تسمى الامينات بالطريقة الشائعة بتسمية مجموعة الالكيل المرتبطة بذرة النتروجين ويتبع بكلمة امين.

2 - اذا كانت مجموعتين أو ثلاث مجاميع الكيل متشابهة مرتبطة بذرة النتروجين فتضاف كلمة ثنائي أو ثلاثي على التوالي الى اسم الامين.

3 - تسمى مجاميع الالكيل المرتبطة بذرة النتروجين، اذا كانت مختلفة حسب الاحرف الابجدية.

التسميه القديمة (الشائعة) : اسم مجموعة أو مجاميع الالكيل (حسب تسلسلها في الحروف الابجدية)+ كلمه أمين

$CH_3 – NH_2$	$CH_3 – CH_2 – NH_2$	$CH_3 – CH_2 – CH_2 – NH_2$
مثيل أمين	أثيل أمين	ن – بروبيل أمين

CH_3 CH_3 –N– H	CH_3 CH_3 –N– CH_3
ثنائي مثيل أمين	ثلاثي مثيل أمين

H CH_3– N– CH_2 CH_3	CH_3 $CH_3 – CH_2$ – N– $CH(CH_3)_2$
أثيل مثيل أمين	أثيل ايزوبروبيل مثيل أمين

تسميه الامينات حسب نظام الايوباك IUPAC

1 - ترقم السلسلة الكاربونية التي تحتوي على ذرة الكاربون الحاملة لمجموعة (NH_2 -) والتي تاخذ اقل رقم ممكن .اما مجموعة الامين فتعامل معاملة مجموعة معوضة.

2 - تتبع جميع الخطوات المذكورة في تسمية المركبات السابقة عند تسمية المركبات الامينية

رقم ذره الكاربون الحامله لمجموعه الامين – كلمه أمينو + رقم واسم تفرع مجاميع الالكيل + أسم الالكان

CH_3 CH_3– C– CH_2 N H_2	CH_3 – C– COOH N H_2	N H_2 CH_3 $CH_3 – CH_2$ – CH –CH_2 – CH – CH_3
2 – أمينو – 2 – مثيل بروبان	حامض -2 – امينو البروبانويك	3 – امينو – 5 – مثيل هكسان

تحضير الامينات

هناك طرائق عديدة لتحضير الامينات سنقتصر على اثنين منها :

1 - تفاعل الامونيا مع هاليدات الالكيل ثم مع NaOH

يمكن تحضير الامينات بأنواعها الثلاثة باستخدام الامونيا NH_3 كماده اولية،
حيث يتم خلالها تسخين هاليد الالكيل مع محلول الامونيا الكحولي في انبوبة اختبار محكمة ليتكون الامين :

$$\underset{\text{هاليد الكيل}}{R-X} + NH_3 \longrightarrow R-NH_3^{+}\text{-}\ X^{-} \xrightarrow{NaOH} \underset{\text{امين}}{R-NH_2} + Na\,X + H_2O$$

س : تعتبرهذه الطريقة غير ناجحة مختبرياً
ج / لان الناتج عبارة عن مزيج من عدة امينات، اولية وثانوية وثالثية، فيصعب فصلها عن بعضها،
لذا يتم تحضير الامينات الاولية فقط

س وزاري 2016/2 : حضر مثيل أمين من يودو ميثان
ج /

$$\underset{\text{يوديدالمثيل (يودوميثان)}}{CH_3-I} + NH_3 \longrightarrow CH_3-NH_3^{+}\text{-}\ I^{-} \xrightarrow{NaOH} \underset{\text{مثيل أمين}}{CH_3-NH_2} + NaI + H_2O$$

2 - تفاعل الكحولات مع الامونيا

يمكن تحضير الامينات الاولية من امرار بخار الكحول والامونيا على الالومينا الساخنه Al_2O_3

$$\underset{\text{كحول}}{R-OH} + \underset{\text{أمونيا}}{H\text{-}NH_2} \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} \underset{\text{أمين}}{R-NH_2} + H_2O$$

س وزاري 2014 : مبتدئا من الميثانول حضر ثانيا : مثيل أمين

ج /

$$\underset{\text{ميثانول}}{CH_3-OH} + \underset{\text{أمونيا}}{H\text{-}NH_2} \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} \underset{\text{مثيل أمين}}{CH_3-NH_2} + H_2O$$

الخواص الفيزيائية

1 - تمتلك الامينات ذات الكتل المولية الواطئة رائحة مشابهة لرائحة الامونيا،
2 - تكون غازات او سوائل في درجة حرارة الغرفة،
3 – **تكون الامينات ذات درجات غليان اعلى من تلك للمركبات المقابلة لها غير القطبية والمماثله لها (علل)**
ج / بسبب قطبية هذه المركبات لذلك يمكنها ان تكون اواصر هيدروجينية بينية بين جزيئاتها
4 – **تكون قابلية ذوبان الامينات في الماء عالية (علل)**
ج / بسبب قابليتها لتكوين اواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء

$H_3N:$ ------------ H-O-H
أصره هيدروجينيه

تمرين 7 – 29 : وزاري 2013/2 حضر أثيل أمين من هاليد الكيل مناسب

تمرين 7 – 30 : س وزاري- 3/2016 : حضر بروبيل امين باستخدام كحول مناسب

س 7 - 21 : عبر بصيغ تركيبية وبالمعادلات الكيميائية لكل من :
2) مبتدئا بالايثانال وما تحتاج اليه حضر أثيل الامين

س وزاري 2015 (تمهيدي) :حضر أثيل امين من الايثين

1 - - تتفاعل الامينات مع الحوامض دلاله على سلوكها القاعدي

س : وزاري 2013 تعتبر الامينات من قواعد لويس

ج / بسبب وجود المزدوج الالكتروني غير المشترك (زوج حر) لذرة النتروجين والذي يمكن ان يكون اصرة تناسقيه مع بروتون او حوامض لويس :

س : للامينات قدره على التفاعل مع الحوامض مثل HCl

ج / بسبب وجود المزدوج الالكتروني غير المشترك (زوج حر) لذرة النتروجين والذي يمكن ان يكون اصرة تناسقيه مع بروتون او حوامض لويس :

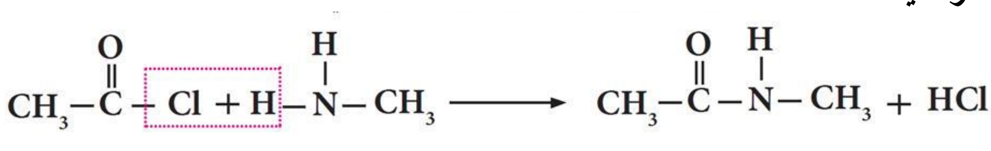
$$\underset{\text{أمين}}{R-NH_2} + HCl \longrightarrow \underset{\text{ملح أمين}}{R-NH_3^+Cl^-}$$

ومن شأن هذا الملح ان يعود ثانية الى الامين الاصلي بمفاعلته مع قاعدة قوية مثل NaOH

$$R-NH_3^+Cl^- \xrightarrow{NaOH} R-NH_2 + NaCl + H_2O$$

2 - تتفاعل الامينات مع كلوريدات الحامض (الاسيلة) لتكون مركبات عضوية تسمى الاميدات

س : من أمين حضر أميد



==

أسئلة عامة

س 7-20 : استنتج الصيغ البنائية للمركبات العضوية A , B , C , D , E في مخطط التفاعلات التالية اذا علمت ان A مركب عضوي يحوي على ثلاث ذرات كاربون :

$$A \xrightarrow{HCl} B \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} C \xrightarrow{CO_2} D \xrightarrow{HCl} E$$

س 7 - 22 : يتكون المركب (A) من ثلاث ذرات كاربون ، يتأكسد ليعطي المركب (B) وهذا بدوره لا يعطي كشف محلول فهلنك .وعند تفاعل المركب (A) مع فلز الصوديوم ينتج المركب (C) اما اذا اختزل المركب (B) فانه يعطي المركب (A)

أ) اكتب الصيغ البنائية لكل من A , B , C ب) اكتب المعادلات الكيميائية لتكوين المركبات A , B , C

المفاهيم الاساسية

الكيمياء العضوية Organic Chemistry

هي احد فروع علم الكيمياء الذي يهتم بدراسة خواص وتركيب وتفاعلات الانواع المختلفة للمركبات التي يكون فيها عنصر الكاربون اساسياً في تكوينها اضافة الى عناصر اخرى.

الهيدروكاربونات Hydrocarbons

هي ابسط المركبات العضوية، اذ تحتوي على عنصري الكاربون والهيدروجين فقط، حيث ترتبط ذرات الكاربون فيما بينها بأواصر تساهمية مفردة وتسمى هيدروكاربونات مشبعة كالالكانات او هيدروكاربونات غير مشبعة ترتبط فيها ذرات الكاربون بأواصر تساهمية مزدوجة كالالكينات او ثلاثية كالالكاينات، ومنها الاروماتي كالبنزين ومشتقاته.

الايزومرات Isomers

مركبات عضوية مختلفة من ناحية الصيغة البنائية اي التركيبية ومختلفة في خواصها الفيزيائية والكيميائية ولكنها تشترك بصيغة جزيئية واحدة.

المجموعة الوظيفية Functional Group

هي ذرة او مجموعة ذرات ترتبط بذرة الكاربون في المركبات العضوية او هي اصرة ثنائية او ثلاثية بين ذرتي كاربون. فتكتسب هذه المركبات صفات كيميائية وفيزيائية متماثلة تميزها عن غيرها من المركبات العضوية.

هاليدات الالكيل Alkyl Halides

مركبات عضوية ترتبط مجموعة الالكيل ($R-$) فيها بذرة هالوجين ($-X$) وتعتبر من مشتقات الالكانات لانه تم استبدال ذرة هيدروجين في الالكان بذرة هالوجين صيغتها العامة $R-X$ وقانونها العام $C_nH_{2n+1}X$ والمجموعة الفعالة (الوظيفية) فيها $C-X$.

قاعدة ماركوفنيكوف Markovnikov Rule

عند اضافة الكاشف غير المتناظر الى مركبات الاصرة المزدوجة غير المتناظرة فأن الايون الموجب (ايون الهيدروجين) من الكاشف يضاف الى ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاكبر من ذرات الهيدروجين وتكوين ايون الكاربونيوم الاكثر استقراراً اما الايون السالب فيضاف الى ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاقل من ذرات الهيدروجين.

كاشف الكتروفيلي Electrophyl Reagent

كواشف باحثة عن الالكترونات وهي الذرات او الجزيئات او الايونات التي تستطيع استيعاب زوج واحد من الالكترونات لأنها تمتلك اوربيتال فارغ وتمثل حوامض لويس مثل ايون الكاربونيوم R^+ و X^+ و NO_2^+ ومجموعة الكاربونيل $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ وكلوريد الالمنيوم $AlCl_3$

كاشف نيوكليوفيلي Nucluphyl Reagent

كواشف باحثة عن النواة وهي الذرات او الجزيئات او الايونات التي تستطيع هبة زوج من الالكترونات حيث انها غنية بالالكترونات والمشاركة فيها وتمثل قواعد لويس ومنها H^- و X^- و OH^- وايون الكاربونيون R^- والاصرة المزدوجة والثلاثية والامونيا NH_3

الكحولات

مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الهيدروكسيل مرتبطة بذرة الكاربون المشبعة صيغتها العامة $R-OH$ وقانونها العام $C_nH_{2n+2}O$ والمجموعة الفعالة فيها $C-OH$.

الايثرات

مركبات عضوية تحتوي على ذرة اوكسجين مرتبطة بمجموعتين الكيل صيغتها العامـــة $R-O-R$ وقانونها العام $C_nH_{2n+2}O_2$ والمجموعة الفعالة فيها $C-O-C$.

الالديهايدات

مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكاربونيل $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$ مرتبطة باحد طرفيها بذرة هيدروجين والطرف الاخر بمجموعة الكيل او ذرة هيدروجين، صيغتها العامة $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$ وقانوها العام $C_nH_{2n}O$ والمجموعة الفعالة فيها هي مجموعة الكاربونيل.

الكيتونات

مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكاربونيل مرتبطة بطرفيها بمجموعتين الكيل صيغتها العامة $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R$ وقانوها العام $C_nH_{2n}O$ والمجموعة الفعالة فيها هي مجموعة الكاربونيل.

الحوامض الكاربوكسيلية

مركبات عضوية المجموعة الفعالة فيها مجموعة الكاربوكسيل $COOH-$ صيغتها العامة $R-COOH$ وقانونها العام $C_nH_{2n}O_2$

الاسترات

مركبات عضوية مشتقة من الحوامض الكاربوكسيلية تشترك معها بوجود مجموعة الكاربوكسيل $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$ ولكن يكمن الاختلاف بينهما في الجزء المرتبط بذرة الاوكسجين ففي الحوامض العضوية ترتبط بذرة هيدروجين وفي الاسترات بمجموعة الكيل $R-$ صيغتها العامة $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R$ وقانونها العام $C_nH_{2n}O_2$

الامينات

مركبات عضوية تعتبر من مشتقات الامونيا حيث تحل مجموعة الكيل واحدة او اكثر محل ذرة هيدروجين او اكثر من الامونيا وتقسم على هذا الاساس الى امينات اولية RNH_2 وثانوية R_2NH وثالثية R_3N صيغتها العامة $R-NH_2$ وقانونها العام $C_nH_{2n+3}N$

نماذج أسئله بكلوريا

أ- هاليدات الالكيل

س وزاري 2013 (تمهيدي) : مبتدأ بالايثانول حضركلوريد الاثيل
س وزاري 2014 (تمهيدي) ك حضر برومو بروبان من الكين مناسب
س وزاري 2014 : أكتب تفاعلات بروموأيثان مع KOH مره في وسط مائي ومره في وسط قاعدي
س وزاري 2015/2 - 2016: أكتب تفاعل أضافه HCl مره الى 1- بيوتين واخرى الى 2 – بيوتين
س وزاري 2015/2 (خارج العرق) : عند تفاعل HBr الى 1 – بيوتين يكون الناتج هو 2 –برومو بيوتان وليس 1- برومو بيوتان
س وزاري 2015/3 : عرف الكاشف الالكتروفيلي
س وزاري- 2016 (تمهيدي) : مفاعلة المحلول المائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH مع كلورو أيثان

ب- الكحولات

س وزاري 2014 (تمهيدي) : كيف تميز بين 2 - بيوتانول والبيوتان
س وزاري 2014 / 2 : كحول عدد ذرات الكاربون فيه تساوي 4 ماهو وماهي متجانساته
س وزاري 2014 / 3 / س وزاري- 2016/2 خ: كيف تميز كيميائياً بين 2 - بروبانول و 2 - مثيل – 2 - بروبانول
س وزاري 2014 / 3 (خ) ما هي الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات الكتلة المولية 74 g / mole علماً ان الكتل الذرية للذرات كالاتي O = 16 , C = 12 , H = 1
س وزاري 2015 (تمهيدي) 2017 (تمهيدي): مركب عضوي قانونه العام $C_nH_{2n+2}O$ كتلته الموليه (60g /mol) لايستيجب لكاشف لوكاس ولكنه يتأكسد تماما . أكتب الصيغه الجزئيه والتركيبيه . ثم اذكر التفاعل مع تسميه النواتج وكتابه القانون العام والمجموعه الفعاله لكل ناتج .
س وزاري 2015 : كييف تميز كيميائياً بين 1- بروبانول و 2 - بروبانول
س وزاري 2015 (نازحين) : ما هي الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات الكتلة المولية 74 g / mole وايهما يستجيب لكاشف لوكاس علماً ان الكتل الذرية للذرات كالاتي O = 16 , C = 12 , H = 1
س وزاري- 2016 : يستخدم كاشف لوكاس للتميز بين -----------------
س وزاري- 2016 (خارج العراق) : عند سحب جزيء ماء من 2- بيوتانول يكون الناتج 2- بيوتين وليس 1- بيوتين
س وزاري- 2016 / 3 ما هي ناتج الاكسدة التامة للبروبانول

ج- الايثرات

س وزاري 2013 : تفاعل ايثوكسي أيثان مع مع خماسي كلوريد الفسفور
س وزاري 2013 (دور ثاني) - 2017 (تمهيدي): من كلوريد الاثيل وما تحتاج اليه حضر1- ايثوكسي ايثان
س وزاري 2014 (تمهيدي) كيف تميز كيميائيا بين 2 – ميوكسي ميثان والميثان
س وزاري 2015 (تمهيدي) :حضر أيثوكسي أيثان من الايثانول

د- الالديهايدات و الكيتونات

س وزاري 2013 (تمهيدي) : مبتدأ بالايثانول حضرالايثانال
س وزاري 2014 (دور ثاني) : تشترك الالديهايدات والكيتونات في مجموعه وظيفه واحده هي -------------
س وزاري 2014 / 3 حضر البروبان من البروبانال
س وزاري 2015 : حضر الايثان من الايثانال
س وزاري 2015 (خارج العراق) : يستخدم كاشف تولن للتميز بين ------------
س وزاري 2013 - 2016 (تمهيدي) كيف تميز عمليا بين البروبانال والبروبانون
س وزاري 2015/2 (خارج القطر) : نوع التفاعل الذي يحول البروبانون الى 2- بروبانول هو ------
س وزاري- 2016 (خارج العراق) : كيف تميز عمليا بين البيوتانول والبيوتانون باستخدام كاشف تولن
س وزاري- 2016/2 : ماناتج الاكسدة التامة ل (1 – بروبانول)
س وزاري- 3/2016 : أكتب تفاعل أختزال بروبانون

ص- الحوامض الكاربوكسيليه

س وزاري 2013 (دور ثاني) 2017 (تمهيدي): من كلوريد الاثيل وما تحتاج اليه حضر حامض البروبانويك
س وزاري 2014 (دور ثاني) : مبتدأ من الايثانول وما تحتاج اليه حضر حامض البروبانويك
س وزاري 2014 / 3 : حضر حامض الايثانويك من الميثانول
س وزاري 2015 (نازحين) : حضر حامض الايثانويك من بروميد المثيل
س وزاري 2015/3 : مبتدأ من الايثانال وما تحتاج اليه حضر حامض البروبانويك
س وزاري- 2016 (تمهيدي) : أكتب تفاعل حامض الخليك مع بيكاربونات الصوديوم
س وزاري 2016 : من كلوريد الاثيل حضر حامض الايثانويك
س وزاري- 2016 (خارج العراق) : من هاليد الكيل مناسب وما تحتاج اليه حضر حامض البروبانويك

ه- الاسترات

س وزاري 2013 (تمهيدي) : اكتب التحلل المائي لاثيل ميثانوات مره في وسط حامضي واخرى في وسط قاعدي

س وزاري 2013 : ماناتج التحلل المائي لاثيل ميثانوات في محيط قاعدي

س وزاري 2014 - 2016 (تمهيدي) مبتدئا من الميثانول حضر اولا : أثيل ميثانوات

س وزاري 2015 (تمهيدي) : حضر أثيل أيثانوات من كلوريد الاستيل

س وزاري 2015 (خارج العراق) : من الاثيلين $CH_2=CH_2$ حضر بالمعادلات تحضير أ- اثيل كلوريد المغنسيوم ب – أثيل هكسانوات

س وزاري 2015 : اكتب التحلل المائي لاثيل أيثانوات مره في وسط حامضي واخرى في وسط قاعدي

س وزاري- 2016/2 : حضر أثيوكسي أيثان من الايثانول

و- الامينات

س وزاري 2013 (دور ثاني) 2017 (تمهيدي): من كلوريد الاثيل وما تحتاج اليه حضرأثيل أمين

س وزاري 2013 (خارج القطر) : تعتبر الامينات من قواعد لويس

س وزاري 2014 : مبتدئا من الميثانول حضر ثانيا : مثيل أمين

س وزاري 2015 (تمهيدي) :حضر أثيل امين من الايثين

س وزاري 2015 - 2016/2: حضر مثيل أمين من يودو ميثان

س وزاري- 3/2016 : أكتب تفاعل الامونيا مع الميثانول

س وزاري- 3/2016 (خ): مبتدأ من كحول مناسب حضر بروبيل أمين

ي - أسئلة عامة

س وزاري 3 / 2015 : يتكون المركب (A) من أربع ذرات كاربون ، يتأكسد ليعطي المركب (B) وهذا بدوره لا يعطي كشف محلول فهلنك .وعند تفاعل المركب (A) مع فلز الصوديوم ينتج المركب (C) اما اذا اختزل المركب (B) فانه يعطي المركب (A)

أ) اكتب الصيغ البنائية لكل من C , B , A ب) اكتب المعادلات الكيميائية لتكوين المركبات C , B , A

س وزاري- 3/2016 استنتج الصيغ البنائية للمركبات العضوية E , D , C , B , A في مخطط التفاعلات التالية اذا علمت ان A مركب عضوي يحوي على ثلاث ذرات كاربون :

$$A \xrightarrow{HCl} B \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} C \xrightarrow{CO_2} D \xrightarrow{HCl} E$$

الكيمياء الحياتية : هي العلم الذي يعنى بكيمياء التراكيب الحيوية في اجسام المخلوقات الحية .و يدرس التغيرات الكيميائية التي تحدث في جسم الانسان والمخلوقات الحية وهو يربط بين المجال الكيميائي والمجال الحيوي الوظيفي

أنواع المواد الغذائية

أ - الكاربوهيدرات ب - البروتينات. ج – الانزيمات د – الدهون

أ - الكاربوهيدرات

هي مركبات عضويه تحتوي جزيئاتها على كاربون وهيدروجين واوكسجين ونسبة الاوكسجين فيها مرتفعة صيغتها التركيبية $(CH_2O)_n$ او $C_n(H_2O)_n$ ولذا اطلق عليها اسم كاربوهيدرات المشتق من كاربون وماء

أصناف الكاربوهيدرات

1 - كاربوهيدرات أحادية السكر (سكريات أحادية) كالكلوكوز والفركتوز

2 - كاربوهيدرثنائية السكر (سكريات أحادية) كالسكروز والمالتوز واللاكتوز

3 - كاربوهيدرات أحادية السكر (سكريات متعددة) كالنشا والسليلوز

1-الكاربوهيدرات احادية التسكر

تعد الكاربوهيدرات الاحادية التسكر **ابسط انواع الكاربوهيدرات** ومن اشهر الامثلة عليها **الكلوكوز والفركتوز**.

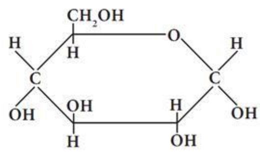
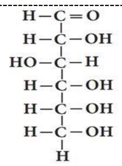
سكر الكلوكوز $(C_6H_{12}O_6)$

وهوماده كاربوهيدراتيه احاديه التسكر وهو عباره عن بلورات صلبةو يذوب جيداً في الماء .

يوجد : في الطبيعة و في الدم وفي فاكهه العنب لذا يسمى بسكر العنب

أهميته : يستعمل في تغذية المرضى خلال العمليات الجراحية وفي الحالات التي لا يتناول المريض فيها الغذاءً من الفم.

الصيغة الجزيئية للكلوكوز هي $C_6H_{12}O_6$ او $C_6(H_2O)_6$: وله شكلين بنائين

	
الشكل الحلقي عبارة عن ايثر حلقي يحوي عدداً من مجاميع الهيدروكسيل.	**الشكل المفتوح عبارة عن الديهايد يحوي عدداً من مجاميع الهيدروكسيل**

الصيغه الجزيئيه : $C_6H_{12}O_6$ او $C_6(H_2O)_6$

الصيغه البنائيه : له شكلين بنائين تحتوي على عده مجاميع هيدروكسيل ومجموعه الديهايد واحده

س : الصفات الكيميائية للكلوكوز تشبه الى حد كبير صفات الكحولات والالديهايدات،.

لان الصيغة البنائية للكلوكوز تحتوي على مجاميع الهيدروكسيل ومجموعة الديهايد واحدة، لذلك فهو يتأكسد بالتفاعل مع محلول تولن ومحلول فهلنك لذا فان صفاته الكيميائية تشبه صفات الكحولات والالديهايدات،.

س : ماهي صفات ومميزات الكلوكوز

الصفات : 1- بلورات صلبة 2- له درجه غليان عالية 3 - يذوب جيداً في الماء

المميزات : يحتوي مجاميع الهيدروكسيل ومجموعة الديهايد واحدة فيكون شبيها للكحولات والالديهايدات

ب - سكر الفركتوز(سكر الفواكه $C_6H_{12}O_6$)

وهوماده كاربوهيدراتيه احاديه التسكر ويوجد في العسل ومعظم الفواكه لذا يسمى بسكر الفواكه والصيغة الجزيئية للفركتوز هي $C_6H_{12}O_6$ أو $C_6(H_2O)_6$ وهي تشبه الصيغة الجزيئية للكلوكوز،

الصيغة البنائية: **$_6H_{12}O_6$ أو $C_6(H_2O)_6$**وله شكلين بنائين تحتوي على عدة مجاميع هيدروكسيل ومجموعة كيتون واحده

س : للفركتوز درجه غليان عاليه وقدره عاليه على الذوبان في الماء

ج / لانه يكون اواصر هيدروجينية في الماب لاحتوائه على مجموعة (OH -)

س : الصفات الكيميائية للفركتوز تشبه الى حد كبير صفات الكحولات والكيتونات ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$).

لان الصيغة البنائية للكلوكوز تحتوي على عدد كبير من مجاميع الهيدروكسيل ومجموعة كاربونيل الكيتونية

س وزاري 2015(ت) : يعد الفركتوز من السكريات المختزلة رغم كونه كيتونا

لقابليته للتأكسد بعامل مؤكسد مثل كاشف تولن أو محلول فهلنك لوجود عدد من مجاميع الهيدروكسيل و مجموعة الكاربونيل الامر الذي خالف فيها الفركتوز معظم الكيتونات

2 - الكاربوهيدرات ثنائية التسكر : **س وزاري 2016 : عرف الكاربوهيدرات ثنائية السكر**

يتكون جزيء هذا النوع من ارتباط جزيئين من السكر الأحادي متماثلين أومختلفين بعد فقدان جزيء ماء ومن أشهر الأمثلة على ذلك سكر القصب أو السكروز :

سكر القصب أو السكروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

وهوماده كاربوهيدراتيه ثنائيه التسكر يتكون من جزيء كلوكوز وجزيء فركتوز مرتبطين ببعضهما من خلال اصرة كلايكوسيدية تنشأ بانتزاع جزيء ماء منها .إلا أنه من السهل تحلله إليهما في عملية الهضم التي تحدث في أجسامنا.

صيغته الجزئية : $C_{12}H_{22}O_{11}$

ويستخلص السكروز ذو الطعم الحلو من نبات القصب، وعند تكرير هذاالسكر وتنقيته وبلورته تحصل على مادة بيضاء نقية هي السكر المتداول في نظامنا الغذائي

Sucrose	=	**Fructose**	+	**Glucose**
سكروز	=	**فركتوز**	+	**كلوكوز**

س وزاري 2015 (خ) : يتكون جزيئ السكروز من وحدات صغيرةهي الكلوكوز و الفركتوز.

3 - الكاربوهيدرات متعددة التسكر :

تعد **بوليمراً ضخماً للسكريات الأحادية** ومن أشهر الأمثلة عليها :النشأ والسليلوز(الخشب.)

أ - النشا

يعد من الكاربوهيدرات متعدد السكروجزيئتها تنشأ من وحدات من الكلوكوز حيث يتم ترابطها من خلال فك الاصرة الثنائية في الكاربونيل وتكوين بوليمراً يمثل الكلوكوز الوحدة الأساسية في بنائه

مثال : حين نتناول البطاطا فنحن نتناول غذاء يحوي مادة كاربوهيدراتية ضخمة بُني هيكلها من وحدات صغيرة هي الكلوكوز، إن تلك المادة هي النشأ

ب -السليلوز

يعد من الكاربوهيدرات متعدد السكر ويتكون السليلوز من بوليمر ضخم للكلوكوز، وعلى الرغم من أن الوحدة الأساسية له وللنشأ هي نفسها(كلاهما بوليمر للكلوكوز)إلا أن هناك اختلافاً بينهما في الشكل والخواص سببه اختلاف عدد وحدات الكلوكوز المكونة لكل منهما واختلاف ترابطها مع بعضها .

س :على الرغم من أن الوحدة الأساسية له وللنشأ هي نفسها(كلاهما بوليمر للكلوكوز)إلا أن هناك اختلافاً بينهما في الشكل والخواص

ج / بسبب اختلاف عدد وحدات الكلوكوز المكونة لكل منهما واختلاف ترابطها مع بعضها.

س : ما المصدر الطبيعي للسليلوز

ج / هو ألياف المواد الخشبية كما أنه يوجد في قشور بعض ثمار الفواكه كالتمر

س : كيف يمكن تفكيك الجزيئات الكبيرة كالنشأ والسليولوز إلى مكوناتها من الكلوكوز

ج / وذلك بتفاعلها مع محاليل الحوامض، أو بتأثير بعض الأنزيمات .وهي تشبه ما يحدث في اجسامنا عند هضم المواد.

الكشف عن النشأ

باضافة قطرات من محلول النشأ المائي الى محلول اليود وظهور اللون الازرق دلالة على ان المادة المضافة هي النشأ.

س 8 – 3 : اشتبه عليك محلولان احدهما نشأ والاخر كلوكوز، فكيف يمكنك التمييز بينهما في المختبر؟

يُعدّ النشا بوليمر لوحدة مونمر هي الكلوكوز

يمكن التمييز بينها باستخدام محلول اليود الذي يعطي لوناً ازرق اما الكلوكوز فلا يعطي هذا الكشف.

س وزاري 2016 (خ) : يتم الكشف عن النشا باضافة قطرات من محلول النشا المائي الى محلول --------

س وزاري 2016/2 : كيف يتم الكشف عن النشا

ب - البروتينات

هي مواد تتكون من الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنتروجين وتسهم في بناء أنسجة المخلوقات الحية، وهي أساسية في غذاء الأنسان لأنها المصدر الأول للحوامض الآمينية التي يحتاجها الانسان

المصدر الأساسي لأي بروتين : هو الأجسام الحية

أهمية البروتينات

1 - تسهم في بناء أنسجة المخلوقات الحية، حيث تدخل في تركيب جميع الخلايا الحية،
2 - وهي أساسية في غذاء الأنسان لأنها المصدر الأول للحوامض الآمينية التي يحتاجها الانسان.

س من تتكون البروتينات : تتكون من ارتباط اعداد كبيره من الاحماض الامينية

س : ماهي العناصر الضروريه في بناء البروتين

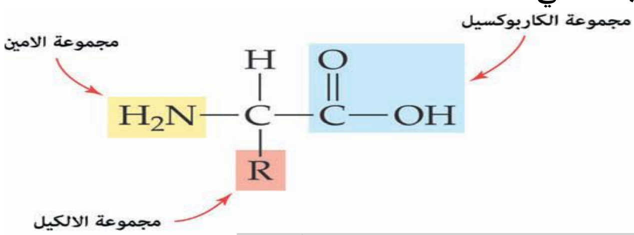
ج / الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنتروجين وعناصر أخرى مثل الفسفوروالكبريت

الاحماض الأمينية

هي الوحدة الأساسية لبناء البروتين،

س وزاري 2015/2 : أكتب الصيغة العامة للاحماض الامينية . وماهي المجموعتان الوضيفيتان التي تشترك فيهما جميع الاحماض الامينية

ج / الصيغة البنائية العامة للبروتينات هي



المجموعتان الوظيفيتان التي تشترك فيهما جميع الاحماض الأمينية

ج / هيمجموعه الكاربوكسيل ومجموعه الامين

س وزاري 2016 (خ) : علل ان البروتينات مواد ذات صفات حامضية – قاعدية (مواد امفوتيرية)

ج/ لأن أساس البروتينات هو الحوامض الامينية التي تتكون من مجموعة الامين القاعدية ومجموعة الكاربوكسيل الحامضية وبذلك تمتلك صفات حامضية وقاعدية تبع ذلك ويمكن ان تتفاعل مع الحواض والقواعد فلها سلوك امفوتيري

س : بماذا تختلف الاحماض الامينيه فيما بينها

ج / أن أختلاف الأحماض الأمينية عن بعضها ناشئ عن اختلاف الجذر R (مجموعة الالكيل)

التفاعلات الاساسية للبروتينات

هي تجزئة البروتين إلى أجزاء صغيرة مكونة من واحد أو أكثر من الاحماض الأمينية من خلال التفاعل مع حامض HCl

س : ماذا يحدث للبروتينات عندما تؤكل ؟

معظم التفاعلات المهمة للبروتينات الي تحدث في خلايا ألاجسام الحية هي تجزئة البروتين إلى الاحماض الأمينية المكونة له، وذلك بالتفاعل مع الاحماض غير العضوية مثل HCl حيث يقوم بفك الاصرة الأميدية (هو تفاعل مماثل لما يحدث عند هضم البروتين فيالمعدة)، كما يمكن تجزئة البروتين إلى أملاح الاحماض الامينية بالتفاعل مع القواعد مثل NaOH

س بماذا تختلف البروتينات بعضها عن بعض

ج / تختلف باختلاف أنواع الاحماض الأمينية وأعدادها وترتيبها، فهناك ما لايقل عن 20 حامضاً أمينياً تنتج بروتينات

أشكال البروتينات :

أ - بروتينات تتخذ شكلاً خيطياً(ليفياً)كما هو في الكرياتين في الشعر والصوف

ب - بروتينات شبه كروية كما هو في البيض .

الوظائف الاساسية للبروتينات :

وظيفة البروتين في الجسم الحي تعتمد على نوع الاحماض الأمينية المكونة له وترتيبها داخل بنية جزيئاته،

أشهر المواد الحيوية البروتينية في أجسامنا : الأنزيمات والهرمونات والهيموكلوبين في الدم.

س وزاري 2013: يصعب فصل البروتينات بطرائق كيميائية بسيطة.

لان هناك الكثير من البروتينات في جسم الكائن الحي تتشابه في تركيبها الكيميائي لكنها تختلف في وظائفها الحيوية

تمرين 8 – 1: علل ان البروتينات مواد ذات صفات حامضية - قاعدية(مواد امفوتيرية)
س 8- 2 وزاري 2013: يصعب فصل البروتينات بطرائق كيميائية بسيطة.

ج – الانزيمات

تُعَدُّ الانزيمات صنفاً من البروتينات وهي موجودة في جميع خلايا الجسم كعوامل مساعدة عضوية للتقليل من الطاقه اللازمه لحدو التفاعل عنه بدون انزيم.

س وزاري 2013 (تمهيدي) : عدد خواص الانزيمات

1- تتجدد باستمرارلانها تفقد فاعليتها بمرور الزمن   2 - عوامل مساعدة عضوية

3- تتكون الانزيمات داخل جسم الكائن

4 - يكون عملها ضمن نطاق معين من pH

5 - تتلف بالحرارة،

ما هوعمل الانزيمات :

تعما كعوامل مساعدة للتقليل من طاقة التنشيط لحدوث التفاعل عنه بدون انزيم.

أ نواع الانزيمات :

1 - الانزيمات الداخلية : تعمل داخل الخلية نفسها وليس لها القابلية على التنافذ خلال غشاء معين مثل الانزيمات التأكسدية.

2 - الانزيمات الخارجية : يكون عملها خارج الخلية(اي بعد افرازها من الانسجة)مثل الانزيمات الهاضمة.

س وزاري 2013 (دور ثاني) : هناك نوعين من الانزيمات هي ---------- و -------------

س وزاري 2015 - 2016 : عرف الانزيمات - الانزيمات الداخلية - الانزيمات الخارجية

س وزاري 2016/3 : عدد صفات الانزيمات وماهي أنواعها

د - الدهون(اللبيدات)

وهي الماده الاساس التي يختزلها الجسم للحصول على الطاقه عند الحاجه اذ ان هضمها واكسدتها يؤدي الى تحرر كميات من الطاقه وتوجد في الشحوم الحيوانيه وتتركز في الزيوت النباتيه كبذور النباتات كالقطن والسمسم

والدهون(الشحوم الحيوانية والزيوت النباتية) مركبات لا تذوب في المذيبات القطبية كالماء، لكنها تذوب في المذيبات العضوية كالايثر والكلوروفورم، وتكون هذه المركبات ذات ملمس دهني

اهمية الدهون الاقتصادية : تدخل في صناعة الصابون والاصباغ والشموع.

الصابون

الصابون هو عبارة عن ملح الصوديوم(او البوتاسيوم) لحامض دهني، وتتم عملية الصوبنة هذه بفعل القواعد القوية مثل هيدروكسيد الصوديوم NaOH او هيدروكسيد البوتاسيوم KOH على الزيت او الدهن

تفاعل الصوبنة

ثلاثي بالميتات الكليسرين (أحد الدهون) + 3 NaOH ⟶ الكليسرين + بالميتات الصوديوم (صابون)

س وزاري 2013/3: علام يتوقف عمل وجوده الصابون في عمليه الصوبنه

ج / يتوقف على

1 - نوع القاعدة المستخدمة وجودتها   2 - نوع الزيت او الدهن المستخدم

فاستخدام قاعدة NaOH ينتج الصابون الصلب وهو الصابون العادي المستخدم في المنازل،

اما استخدام قاعدة هيدروكسيد البوتسيوم KOH فينتج ا الصابون الطري أو السائل المستخدم في الغسيل أو كريم الحلاقة.

علل وزاري 201 4 (تمهيدي): لاتستخدم ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم بديلاً عن الصوديوم في صناعة الصابون.

ج / لأن ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم من مسببات العسرة للماء فلا يرغو الصابون في الماء عند وجود تلك الايونات فيه، لذا لا يمكن استخدام هذين العنصرين في صناعة الصابون.

علام تتوقف جودة الصابون

ج / تتوقف جودة الصابون **على نوع الدهون المستخدمة.**

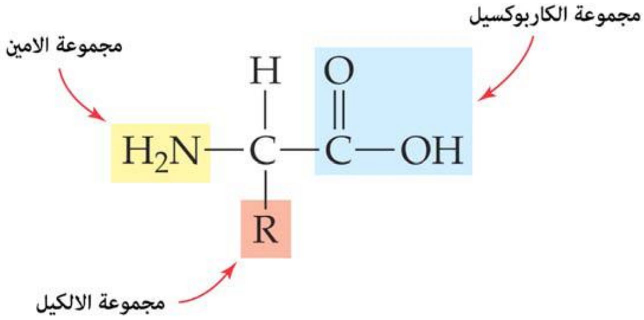
تمرين 8 – 2 : وزاري 201 4 (تمهيدي) لماذا لا يستخدم الكالسيوم او المغنيسيوم بديلاً عن الصوديوم والبوتاسيوم في صناعة الصابون.

حل تمارين الفصل الثامن

تمرين 8 – 1 : علل ان البروتينات مواد ذات صفات حامضية - قاعدية(مواد امفوتيرية)

الحل /

لأن أساس البروتينات هو الحوامض الامينية التي تتكون من مجموعة الامين القاعدية ومجموعة الكاربوكسيل الحامضية وبذلك تمتلك صفات حامضية وقاعدية تبع ذلك ويمكن ان تتفاعل مع الحواض والقواعد فلها سلوك امفوتيري



تمرين 8 – 2 : لماذا لا يستخدم الكالسيوم او المغنيسيوم بديلاً عن الصوديوم والبوتاسيوم في صناعة الصابون.

الحل /

لآن ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم من مسببات العسرة للماء فلا يرغو الصابون في الماء عند وجود تلك الايونات فيه، لذا لا يمكن استخدام هذين العنصرين في صناعة الصابون.

حل أسئله الفصل الثامن

س 8 – 1 : اختر الاجابة الصحيحة مما يأتي :

1 - اي المواد الآتية ليس مصدرها بروتيناً :

أ - جزيء مركب يحتوي على الكاربون والاوكسجين والهيدروجين والكبريت.

ب - جزيء مركب يحتوي على الكاربون والهيدروجين والنتروجين.

ج - مركب يتفاعل مع الحوامض والقواعد.

2 - يتكون جزيء السكروز من وحدات صغيرة هي :

أ – كلوكوز ب - فركتوز ج - كلوكوز وفركتوز.

3 - اي من العناصر الآتية لا يوجد في الحوامض الامينية :

أ - النتروجين ب – الفسفور ج - الاوكسجين د – الكاربون

4 - اي من البوليمرات الآتية تُعَدُّ الحوامض الدهنية الوحدة البنائية(المونمر) لها:

أ – البروتينات ب - الكاربوهيدرات ج - اللبيدات(الدهون)

رحلة التفوق في السادس

س 8 – 2 : علل ما يأتي:
أ - يُعَدُّ سكر الفركتوز من السكريات المختزلة.
ب - تتفاعل البروتينات مع الحوامض والقواعد.
ج - يصعب فصل البروتينات بطرائق كيميائية بسيطة.

الحل /

أ - ان وجود مجاميع الهيدروكسل الى جانب مجموعة الكاربونيل الكيتونية، يكسبه تفاعلات مثيلة لتفاعلات الكحولات والكيتونات وقابليته للتأكسد بمحلول فهلنك أو كاشف تولن التي يخالف فيها الكيتونات.

ب - تحتوي البروتينات في تركيبها الكيميائي على مجموعة كاربوكسيل حامضية ومجموعة امين قاعدية لذلك فهي تتفاعل مع الحوامض والقواعد.

ج - لان هناك الكثير من البروتينات في جسم الكائن الحي تتشابه في تركيبها الكيميائي لكنها تختلف في وظائفها الحيوية

س 8 – 3 : اشتبه عليك محلولان احدهما نشأ والاخر كلوكوز، فكيف يمكنك التمييز بينهما في المختبر؟

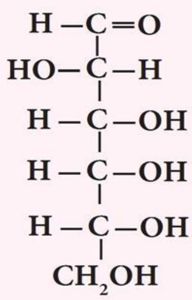
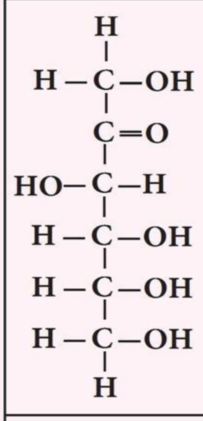
الحل /

يُعدّ النشا بوليمر لوحدة مونمر هي الكلوكوز يمكن التمييز بينها باستخدام محلول اليود الذي يعطي لوناً ازرق اما الكلوكوز فلا يعطي هذا الكشف.

س 4 – 4 : أكمل الجدول التالي

وجه المقارنة	الكلوكوز	الفركتوز
الصيغة الجزيئية		
الصيغة البنائية المفتوحة		
المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة المفتوحة		
المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة الحلقية (المغلقة)		

الحل /

وجه المقارنة	الكلوكوز	الفركتوز
الصيغة الجزيئية	$C_6H_{12}O_6$	$C_6H_{12}O_6$
الصيغة البنائية المفتوحة		
المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة المفتوحة	مجموعة الالديهايد $-C(=O)-H$ ومجاميع الهيدروكسيل $-OH$	مجموعة كاربونيل كيتونية $-C(=O)-$ مجاميع الهيدروكسيل $-OH$
المجموعة الوظيفية المميزة في الحالة المغلقة	مجموعة ايثر $C-O-C$ ومجاميع الهيدروكسيل $-OH$	مجموعة ايثر $C-O-C$ ومجاميع الهيدروكسيل $-OH$

نماذج أسئله بكلوريا

س وزاري 2013 (تمهيدي) : عدد خواص الانزيمات

س وزاري 2013 / 3/2016 : يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائيه بسيطه

س وزاري 2013 (دور ثاني) : هناك نوعين من الانزيمات هي ---------- و ------------

س وزاري 2013 (دور ثالث) : علام يتوقف عمل وجوده الصابون في عمليه الصوبنه

س وزاري 201 4 (تمهيدي) : لايستخدم الكالسيوم او المغنسيوم بديلا عن الصوديوم او البوتاسيوم في صناعه الصابون

س وزاري 2015(ت) - 2017 (تمهيدي): يعد الفركتوز من السكريات المختزلة

س وزاري 2015 : عرف الانزيمات الداخلية

س وزاري 2015 (خ) : يتكون جزيئ السكروز من وحدات صغيرةهي ------------ و -----------------

س وزاري 2015/2 : أكتب الصيغة العامة للاحماض الامينية وما المجموعتان الوظيفيتان التان تشتركان فيهما جميع الاحماض الامينية

س وزاري 2016 ت : عرف الانزيمات

س وزاري 2016 : عرف الكاربوهيدرات ثنائية السكر

س وزاري 2016 (خ) : علل - تعتبر البروتينات مواد ذات صفة أمفوتيرية

س وزاري 2016 (خ) : يتم الكشف عن النشا باضافة قطرات من محلوا النشا المائي الى محلول --------

س وزاري 2016/2 : كيف يتم الكشف عن النشا

س وزاري 2016/2 (خ) : يتكون جزيئ السكروز من وحدات صغيرة تدعى ------------

س وزاري 2016/3 : عدد صفات الانزيمات وماهي أنواعها

س وزاري: ما الطبيعه الكيميائيه لما يأتي : 1 – الكاربوهيدرات 2 – البروتينات 3 – الدهون

ج / 1 – الكاربوهيدرات هي الديهايدات او كيتونات متعدده الهيدروكسيل

2 – البروتينات هي أميدات

3 – الدهون هي أسترات

الاعداد الفني و الترتيب و الدزاين

الادمونة: مينا الاحمد

MENA AL-AHMED

تمت بعونه تعالى

للمزيد من الملازم والدروس وكل ما يخص طلبة السادس الأعدادي زورونا على مواقع التواصل الأجتماعي ...

شبكة رحلة التفوق في السادس التعليمية

رحلة التفوق في السادس

telegram.me/A_M_Z_F

رحلة التفوق في السادس

www.instagram.com/rhlt_altafawk

رحلة التفوق في السادس

عطاء بلا حدود

أ.د مينا الأحمد

أ.د اشرف الوائلي